

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

Системный анализ

Методические указания для практических занятий
для обучающихся специальностей
1-54 01 01 «Метрология, стандартизация и сертификация»,
6-05-0716-01 «Метрология, стандартизация и контроль качества»
высших учебных заведений

Витебск
2024

УДК 658.56

Составитель:
И. С. Карпушенко

Одобрено кафедрой «Техническое регулирование и товароведение»
УО «ВГТУ», протокол № 15 от 12.04.2024.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
УО «ВГТУ», протокол № 9 от 31.05.2024.

Системный анализ: методические указания для практических занятий /
сост. И. С. Карпушенко. – Витебск : УО «ВГТУ», 2024. – 41 с.

Методические указания содержат задания для практических занятий, по темам дисциплины «Системный анализ» и предназначены для приобретения обучающимися компетенций в области анализа систем при решении инженерных задач, формирования системного мышления, усвоения теоретического материала по изучаемой дисциплине.

УДК 658.56

© УО «ВГТУ», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Тема 1. Понятия и категории системного анализа	5
Тема 2. Основные этапы системного анализа	11
Тема 3. Классификация методов системного анализа	18
Тема 4. SWOT-анализ: диагностика состояния и разработка стратегии развития систем	21
Тематика для подготовки рефератов	31
Список использованных источников.....	32
Приложение А. Примеры «дерева решений»	33
Приложение Б. Алгоритм проведения PESTEL-анализа	36
Приложение В. Вопросы-индикаторы для определения степени зависимости предприятия от конкурентных сил М. Портера	38
Приложение Г. Алгоритм выделения и оценки ключевых факторов успеха (КФУ)	40

Введение

Системный анализ является прикладной наукой, комплексно использующей математическое моделирование, машинную имитацию, неформальные процедуры, наблюдение и экспериментирование *для решения проблем принятия решения* в условиях анализа большого количества информации различной природы.

При исследовании проблемных ситуаций в инженерно-технической деятельности приходится решать как хорошо математически формализованные задачи, так и слабо структурированные задачи, выражаемые естественным языком и решаемые эвристическими (интуитивными) методами.

Системный анализ предназначен:

- для решения слабоструктурированных проблем, состав элементов и взаимосвязи которых установлены частично;
- для решения задач, возникающих в ситуациях, характеризующихся наличием неопределённости и содержащих неформализуемые элементы.

Одна из задач системного анализа – это раскрытие содержания проблем, стоящих перед специалистами, принимающими решения, настолько, чтобы им стали очевидны все последствия решений, и их можно было бы учитывать в своих действиях.

Таким образом, **объектом** системного анализа являются проблемные ситуации различной природы происхождения. **Предметом** системного анализа является процесс подготовки и принятия решений по устранению проблемной ситуации при создании и функционировании сложных систем.

Цель и задачи использования системного анализа состоят в выработке конкретных рекомендаций по решению сложных проблем. В системном анализе могут быть выделены следующие направления:

- *Методология прикладного системного анализа*, которая включает:
 - основные понятия системного анализа;
 - принципы системного подхода;
 - методику системного анализа.
- *Аппаратная реализация методов системного анализа* – это формализуемые и неформализуемые процедуры и методы реализации этапов системного анализа. Среди них основными являются методы целеполагания, методы генерации возможных альтернатив решения, оценки возможных альтернатив решения, согласование решений, процедура анализа динамики развития ситуации, методы выбора решения и оценки соответствия выполнения принятых решений намеченным целям, а так же компьютерные системы поддержки принятия решений.
- *Опыт применения в различных областях знаний и практики*, изучение которого направлено на развитие мотивации специалистов по решению инженерных проблем и овладением инструментами системного анализа.

Тема 1

Понятия и категории системного анализа

Цель работы: изучить основополагающие понятия и категории прикладного системного анализа, сформировать компетенции грамотного владения терминологией в области системного анализа.

Теоретические сведения

Прикладной системный анализ базируется на четырех основных группах понятий:

- 1) понятия, характеризующие системы;
- 2) понятия, характеризующие проблемы;
- 3) понятия, характеризующие модели и моделирование;
- 4) понятия в области управления.

Такого понятийного аппарата достаточно для логичного, обоснованного изложения и осознанного использования технологии системного анализа.

1.1 Понятия, характеризующие системы

Термин «система» используется при необходимости охарактеризовать исследуемый или проектируемый объект как нечто целое, сложное, о чем невозможно сразу дать представление и показать его графически, описать математическим выражением. Формально **система** – это объективное единство закономерно связанных друг с другом объектов или явлений. Множество внутренних объектов и их связей образуют организованную сложность системы.

В зависимости от того, взаимодействует или не взаимодействует система с другими системами, называемыми внешней средой, различают открытые или закрытые системы. *Внешняя (окружающая) среда* есть совокупность всех объектов, изменение свойств которых влияет на систему, а также тех объектов, чьи свойства изменяются в результате поведения системы.

Основное свойство внешней среды – неоднородность (природная, технико-экономическая, социальная среда). Один из подходов в определении границы системы – это введение в область исследования «система-среда» аналитика (наблюдателя), который в зависимости от цели исследования и определяет границу системы. Возможны три случая положения аналитика:

- аналитик – часть среды;
- аналитик – часть системы;
- аналитик вне среды и системы, т. е. наблюдатель, изучающий и моделирующий взаимоотношения системы и среды.

Граница системы – поверхность в пространстве описания ситуации, разделяющая систему и окружающую среду в рамках цели исследования. Критерием определения границы системы может выступать степень управляемости

переменных системы. Рассматривая взаимодействие системы со средой, можно выделить множество входов X_i^+ и множество выходов – X_i^- (рис. 1.1)

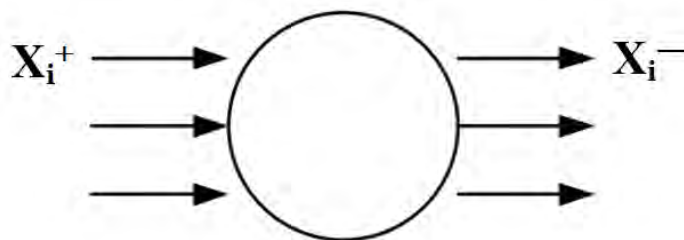


Рисунок 1.1 – Общее представление системы

Вход – это то, что воздействует на систему. *Выход* – это возможное воздействие системы на внешнюю среду. Воздействия входов X_i^+ вызывают изменение внутреннего состояния системы G_s , которое определяет выходы – X_i^- системы. В этом случае систему можно представить так, как показано на рисунке 1.2.

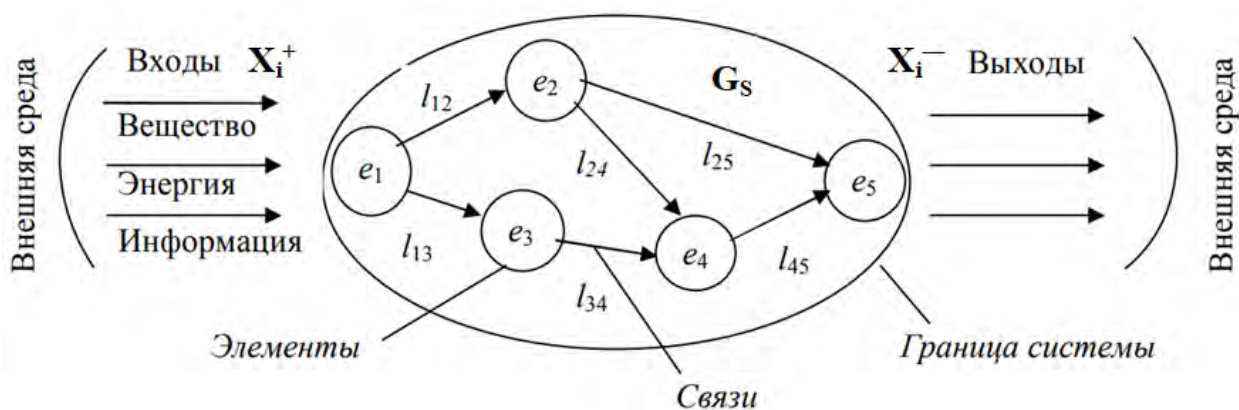


Рисунок 1.2 – Взаимосвязь системы с внешней средой

Однако отношения $X_i^+ \rightarrow G_s$, $G_s \rightarrow X_i^-$, $X_i^+ \rightarrow X_i^-$ надо определить в процессе исследования. При взаимодействии система и среда обмениваются веществом, энергией и информацией. Система и среда могут находиться в отношениях *индифферентности, кооперации, соподчинённости, состязательности* и *антагонизма*.

При исследовании системы выделяются:

- познавательный аспект, т. е. понимание организации и законов функционирования системы;
- практический аспект, т. е. конструктивный системный анализ и решение проблем управления.

В целом систему можно формально определить следующим образом:

1) $S(E, L)$, $E = \{e_i\}$ – множество элементов системы, $L = \{l_j\}$ – множество связей системы;

- 2) $S(E, O_E, L)$, O_E – множество свойств элементов;
- 3) $S(E, L, F)$, F – множество функций;
- 4) $S(E, L, Z)$, Z – множество целей;
- 5) $S(A, E, L, Z)$, A – аналитик (наблюдатель).

Каждая система S имеет определённую структуру S_c и функцию (свойство, назначение) F_c . Под структурой S_c понимают множество элементов (объектов) E , составляющих систему, и множество отношений (связей) L между ними:

$$S_c = \langle E, L \rangle, \quad L \in E \times E, \quad E = \{e_i\}$$

Элементом e называется некоторый объект (материальный, энергетический, информационный), обладающий рядом свойств и определяющий функционирование отдельных частей системы или системы в целом: $e \in E$. Элемент – это предел деления системы с точки зрения её рассмотрения, решения конкретной задачи или достижения поставленной цели.

Связью I называется обмен между элементами (веществом, энергией, информацией), посредством которого и обеспечивается возникновение и сохранение свойств элементов, подсистем и системы. Единичным актом связи выступает воздействие (рис. 1.3 а)

Связи можно характеризовать направлением, силой, характером:

- по направлению связи подразделяются на прямые и обратные;
- по силе (интенсивности потоков) – на слабые и сильные;
- по характеру (виду) выделяют: связи назначения, порождения, равноправия, управления.

Взаимосвязь двух элементов представлена на рисунке 1.3 б.

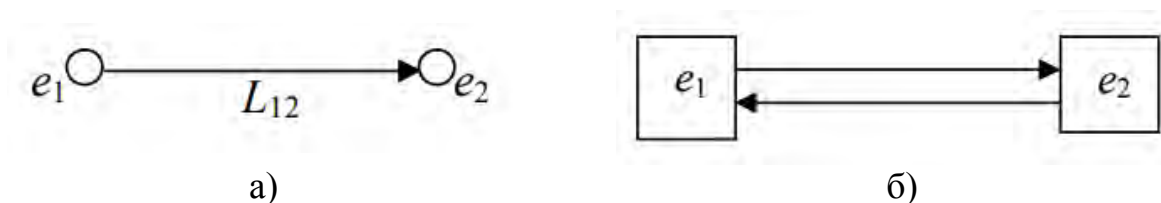


Рисунок 1.3 Элементы системы: а – воздействие, б – взаимосвязь

Связь характеризует строение (статику) системы через направленность воздействия и функционирование (динамику) системы через интенсивность воздействия. Связь обеспечивает возникновение и сохранение целостных свойств системы. Наряду с этим, через связи, посредством изменения интенсивностей воздействий, может изменяться структура и поведение системы.

Под *функцией* (свойством, назначением) F_c понимается множество действий, операций, алгоритмов A , реализуемых данной системой, то есть то, что делает данная система:

Таким образом, систему S можно упрощенно охарактеризовать тройкой (кортежем) величин $S = \langle X_i^+, G_s, X_i^- \rangle$ и отношениями (функциями перехода, выхода, преобразования) $F_c = \{A_i\}$.

Действия, операции, алгоритмы A в системе имеют разный смысл: технологические преобразования A_T , обработка информации, сопровождающей функционирование системы A_o , принятие решений A_p при управлении системой.

Принимая во внимание определения элемента, связи, функции, **системой** можно назвать совокупность элементов, обладающих признаками:

1) *связностью*, позволяющей соединить любые два элемента в совокупность;

2) *эмерджентностью* – порождением нового свойства, отличного от свойств отдельных элементов совокупности $S = \langle E, L, F_c \rangle = \langle E, L, A \rangle$.

Принцип необходимости сохранения целостности структуры системы гласит: чтобы система не распалась на части, необходимо обеспечение превышения суммарной силы связей между элементами системы над суммарной силой связей между элементами системы и элементами среды:

$$W_{Rcp} < W_{Rbn}$$

1.2 Понятия, характеризующие проблемы

Проблема – это ситуация, характеризующаяся различием между необходимым (желаемым) и существующим выходом в системе.

Обнаружение проблемы есть результат процесса идентификации симптомов, тенденций. Идентификация возможна при условии знания нормы или желаемого поведения системы, объекта исследования.

За обнаружением проблемы следует *прогнозирование* её развития и *оценка актуальности её решения*, т. е. определение состояния системы при нерешенной проблеме. Оценка актуальности решения проблемы позволяет определить необходимость её решения.

Условия проблемы представляют существующую систему, а *требования* представляют желаемую систему.

Решение проблемы, т. е. объект конструирования, есть то, что занимает промежуток между существующей и желаемой системами. В результате решения проблемы устанавливаются новые элементы, связи, отношения, часть которых обуславливает желаемый выход, а другая часть определяет непредвиденные возможности и ограничения, которые могут стать источником будущих проблем.

На практике решение проблемы определяется как деятельность, сохраняющая или улучшающая характеристики (переменные) системы, а конструкция определяется как средство, с помощью которого выполняется процесс решения проблемы.

Проблемная ситуация может отражать реальность различного уровня неопределённости (структурированности):

1) *структурированная* (изученная) – это количественно сформулированная проблема, в которой существенные зависимости (отношения между переменными) выяснены настолько хорошо, что могут быть выражены в численных оценках;

2) *слабоструктурированная* (слабо изученная) – это проблема, содержащая как количественные, так и качественные описания зависимости между переменными;

3) *неструктурированная* (неизученная) – это качественно выраженная проблема, содержащая лишь описание важнейших переменных, количественные зависимости между которыми не известны.

Факторами неопределённости проблемной ситуации выступают:

а) неопределённость «природы» – недостаточные знания о текущей ситуации, тенденциях ее развития и последствиях принимаемых решений;

б) неопределённость целей – противоречивость целей, т. е. противоречивость желаемых значений переменных и выходов системы;

в) неопределённость действий – несогласованность действий партнёров, противодействие противников.

В зависимости от уровня неопределённости проблемы может использоваться различная системная методология решения проблем: методология формализованного системного анализа, методология «жёсткого» или «мягкого» системного анализа.

1.3 Понятия, характеризующие модели и моделирование

Изучение любой системы предполагает создание модели системы, позволяющей произвести анализ и предсказать ее поведение в определенном диапазоне условий, решать задачи анализа и синтеза реальной системы.

Модель – описание системы, отражающее определенную группу ее свойств. Описание системы целесообразно начинать с трех точек зрения: функциональной, морфологической и информационной.

Функциональное описание (*функциональная модель*) должно создать правильную ориентацию в отношении внешних связей системы, ее контактов с окружающим миром, направлениях ее возможного изменения. Функционирование системы может описываться численно, описывая внутренние процессы системы, либо качественно (в терминах «лучше», «хуже», «больше», «меньше» и т. д.)

Морфологическая модель должна давать представление о строении системы. Глубина описания, уровень детализации, обуславливается назначением описания системы. Морфологическое описание иерархично. Конфигурация морфологии имеет столько уровней, сколько требуется для

создания представления об основных свойствах системы.

При оценке структуры системы сначала определяют ее состав, а затем выясняют связи между элементами.

Информационная модель должна давать представление об организации и управлении системой.

Различают статические и динамические модели. *Динамическая* модель описывает процесс изменения во времени состояний системы. В противном случае модель является *статической*. Различают три основных вида статических моделей систем: модель «черный ящик», модели состава и структуры системы.

1.4 Понятия в области управления

Исходным является определение **управления** как целенаправленного воздействия на систему. Компонентами управления являются: сама система, цели управления, управляющее воздействие, модель системы, подсистема управления в структуре системы.

В соответствии с общим представлением системы (рис. 1.1) после подачи на управляемый вход воздействия, система «отреагирует» его преобразованием в виде выхода. При этом возможны различные варианты исхода, требующие различных действий по управлению системой. Это и порождает различные *типы управления*:

- *управление простой системой* или *программное управление*;
- *управление сложной системой* или *метод проб и ошибок*;
- *управление по параметрам* или *регулирование*;
- *управление по структуре* (реорганизация, модернизация, пере-стройка, самоорганизация и др.)
- *управление по целям*;
- *управление большими системами* (система, для нахождения оптимального воздействия на которую достаточно информационного ресурса (модель адекватна), но недостаточно времени, считается большой, в противном случае – малой);
- *управление при отсутствии информации о конечной цели*.

Задания по теме 1

1. Изучить основополагающие понятия и категории прикладного системного анализа. В конспекте практического занятия привести примеры, иллюстрирующие следующие понятия:

- входы (выходы), элементы системы;
- индифферентность, кооперация, антагонизм в отношениях «система ↔ внешняя среда»;
- прямые и обратные связи между элементами системы;

- связи равноправия и управления между элементами системы;
- функции системы;
- принцип необходимости сохранения целостности структуры системы;
- проблема, структурированная и неструктурированная проблема;
- факторы неопределённости «природы» проблемной ситуации;
- факторы неопределённости действий, создающих проблемную ситуацию;
- модель системы «черный ящик»;
- подсистема управления в структуре системы;
- управление большими системами;
- управление системой по параметрам (регулирование).

2. Выполните описание объекта (на выбор обучающегося или по заданию преподавателя) как системы, результаты представьте в табличной форме

Объект-система	
Подсистемы (при наличии)	
Элементы системы	
Функции системы	
Характеристика внешней среды	
Характер воздействия внешней среды на систему	
Проблема 1 для системного анализа, прогноз ее развития	
Проблема 2 для системного анализа, прогноз ее развития	
.....	

Тема 2 Основные этапы системного анализа

Цель работы: изучить содержание основных этапов системного анализа, сформировать компетенции реализации декомпозиции, анализа и синтеза систем.

Теоретические сведения

Системный анализ в общем случае состоит из трех основных этапов: декомпозиции, анализа и синтеза. Общий подход к решению проблем может быть представлен как цикл (рис. 2.1)

При этом в процессе функционирования реальной системы выявляется проблема практики как несоответствие существующего положения дел требуемому. Для решения проблемы проводится системное исследование (декомпозиция, анализ и синтез) системы, снимающее проблему. В ходе синтеза осуществляется оценка анализируемой и синтезируемой систем. Реализация синтезиро-

ванной системы в виде предлагаемой физической системы позволяет провести оценку степени снятия проблемы практики и принять решение на функционирование модернизированной (новой) реальной системы.



Рисунок 2.1 – Цикл решения проблем посредством системного анализа

Этап декомпозиции обеспечивает общее представление о системе и предполагает выполнение определенных мероприятий:

1) определение и декомпозицию общей цели исследования и основной функции системы как ограничение траектории в пространстве состояний системы или в области допустимых ситуаций (наиболее часто декомпозиция проводится путем построения дерева целей и дерева функций);

2) выделение системы из среды по критерию участия каждого рассматриваемого элемента в процессе, приводящем к результату на основе рассмотрения системы как составной части надсистемы;

3) описание воздействующих факторов;

4) описание тенденций развития, неопределенностей разного рода;

5) описание системы как «черного ящика»;

6) функциональная (по функциям), компонентная (по виду элементов) и структурная (по виду отношений между элементами) декомпозиции системы:

– *функциональная декомпозиция* – базируется на анализе функций системы;

– *декомпозиция по жизненному циклу* – выделение систем по изменению закона функционирования подсистем на разных этапах цикла существования системы;

– *декомпозиция по физическому процессу* – признак выделения подсистем – функционирование подсистемы, стадии смены состояний;

– *декомпозиция по подсистемам (структурная декомпозиция)* – признак

выделения подсистем – сильная связь между элементами по одному из типов отношений (связей), существующих в системе.



Рисунок 2.2 – Структура этапов системного анализа

Этап анализа обеспечивает формирование общего и детального представления о системе:

- *функционально-структурный анализ* – позволяет сформулировать требования к создаваемой системе и включает уточнение состава и законов функционирования элементов, алгоритмов функционирования и взаимовлияния подсистем, разделение управляемых и неуправляемых характеристик, задание пространства состояний, задание параметрического пространства, анализ целостности системы, формулирование требований к создаваемой системе;

- *морфологический анализ* – анализ взаимосвязи компонентов;

- *генетический анализ* – анализ предыстории, причин развития ситуации, имеющих тенденций, построение прогнозов;

- *анализ аналогов*;

- *анализ эффективности* – по результативности, ресурсоемкости, оперативности (включает выбор шкалы измерения, формирование показателей эффективности, обоснование и формирование критериев эффективности, оцени-

вание и анализ полученных оценок).

– *формирование требований к системе* – включая выбор критериев оценки и ограничений.

Этап анализа в общем случае включает в себя следующие основные стадии:

1. Выявление главных функций (свойств, целей, предназначения) системы, формирование основных предметных понятий, используемых в системе, определение основных выходов в системе (тип выхода: материальный, информационный, услуга).

2. Выявление основных функций и частей (модулей, подсистем) в системе, понимание единства этих частей в рамках системы.

3. Выявление основных процессов в системе, их роли, условий осуществления, стадийности, смен состояний в функционировании; выделение основных управляющих факторов.

4. Выявление основных элементов окружающей среды, с которыми связана изучаемая система, выявление характера этих связей. На этой стадии:

5. исследуются основные внешние воздействия на систему;

6. определяются их тип (вещественные, информационные, услуги), степень влияния на систему, основные характеристики;

7. фиксируются границы системы, определяются элементы окружающей среды, на которые направлены основные выходные воздействия.

8. Выявление неопределенностей, влияющих на систему.

9. Представление о системе как о совокупности модулей, связанных входами-выходами (выявление разветвленной структуры, иерархии).

10. Выявление всех элементов и связей, ранжирование по их значимости.

2-я стадия – это стадия получения первичных сведений о структуре и характере основных связей. На этой стадии выясняется наличие преимущественно последовательного или параллельного характера связей между элементами, взаимной или односторонней направленности воздействий между ними. На 6-ой, 7-ой стадии заканчивается общее описание системы. Его достаточно, если не предвидится непосредственная работа с рассматриваемой системой. Дальнейшие стадии рассматривают только ее отдельные стороны.

Этап синтеза системы, решающей проблему, включает виды работ, представленные на рисунке 2.3.

Разработка модели системы – предполагает выбор математического аппарата, моделирование, оценку модели по критериям адекватности, простоты, соответствия между точностью и сложностью, баланса погрешностей, многовариантности реализаций, блочности построения.

Синтез альтернативных структур системы, решающей проблему.

Оценка вариантов синтезированной системы – обоснование схемы оценивания, реализация модели, проведение эксперимента по оценке, обработка результатов оценивания, анализ результатов, выбор наилучшего варианта.

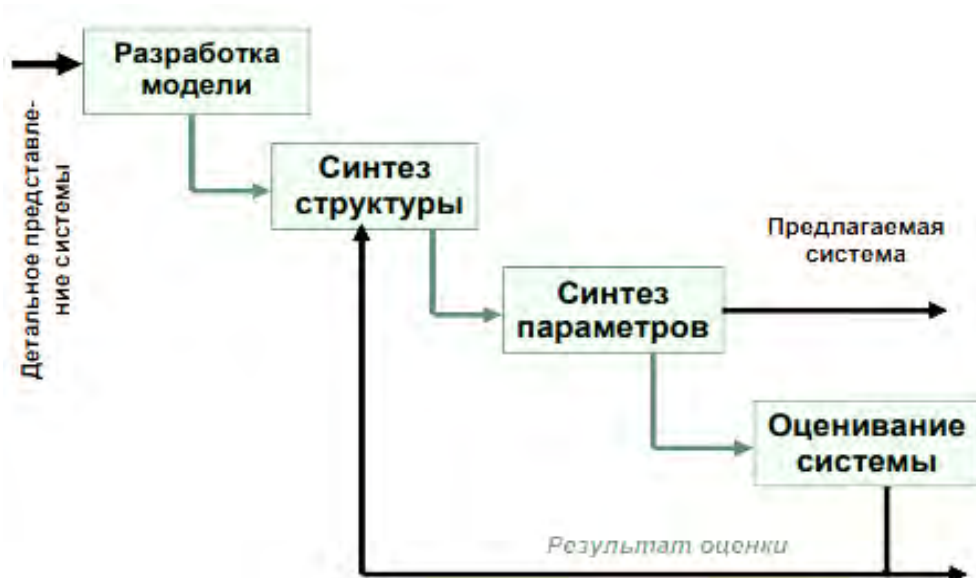


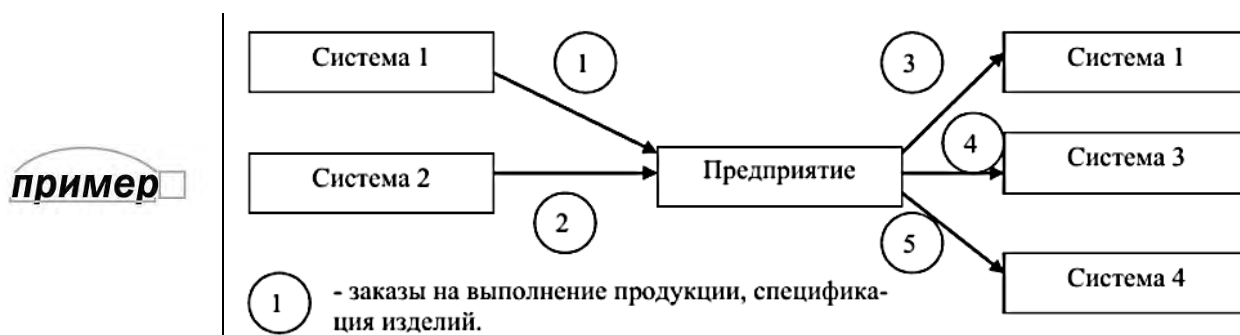
Рисунок 2.3 – Упрощенная функциональная диаграмма этапа синтеза системы, решающей проблему

Задания по теме 2

1. Изучить содержание основных этапов системного анализа. В конспекте практического занятия провести последовательно **декомпозицию** системы, на примере предприятия/организации (самостоятельный выбор или по заданию преподавателя).

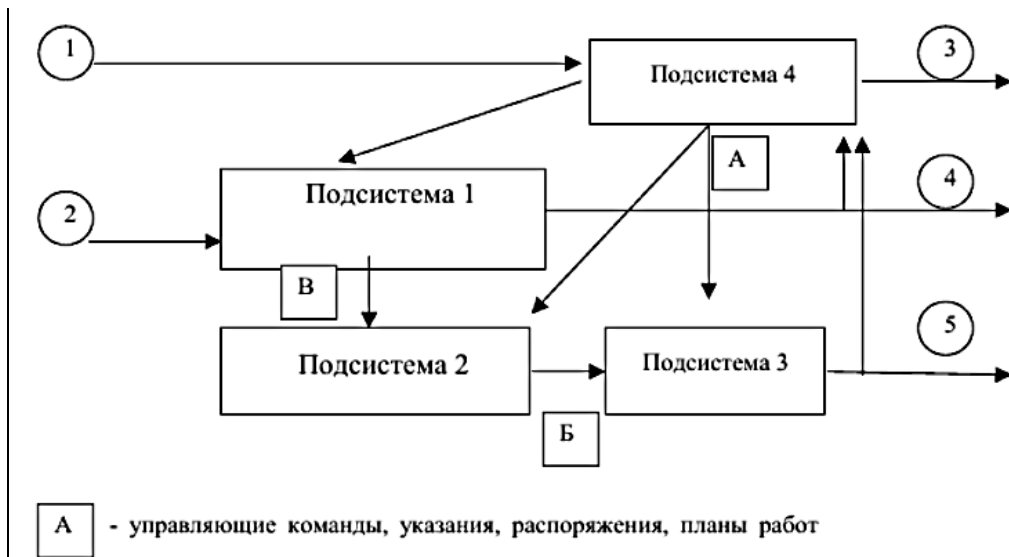
В процессе выполнения задания необходимо для выбранной системы составить структурную схему на уровне *макропредставления* и на уровне *микрорепредставления*. Последовательность выполнения задания:

- сформулировать в достаточно общем виде назначение системы (предприятия);
- разработать структурную схему системы (предприятия) для *макропредставления*, т. е. схему внешних связей системы (входы и выходы системы должны быть упорядочены);



- разработать структурную схему предприятия на *микроуровне*, т. е. показать состав и взаимосвязи внутренних подсистем и элементов.

пример



2. Изучить содержание основных этапов системного анализа. В конспекте практического занятия провести **морфологический анализ** системы, на примере предприятия/организации (самостоятельный выбор или по заданию преподавателя).

Цель морфологического анализа – найти все возможные варианты решения поставленной проблемы или реализации системы путем комбинирования основных структурных элементов системы или их признаков. Метод морфологического ящика реализуется по следующему алгоритму:

- сформулировать проблему $G_S^{\text{факт}}(t_0) \rightarrow G_S^{\text{жел}}(t_0 + T)$, подлежащую решению;
- определить переменные (классификационные признаки) $Y = \{y_i\}$, $i = 1 \dots n$, где n – число признаков, от которых зависит решение проблемы. Процедура может быть итеративная с уточнением или изменением набора y_i по мере уточнения представлений о решаемой проблеме (исследуемом объекте);
- генерировать конструкты-решения по всем переменным, т. е. определение возможных значений переменных и представление их в виде морфологического ящика:

$$\begin{aligned}
 & [y_1^1, y_1^2, y_1^3, \dots, y_1^{k_1}]; \\
 & [y_2^1, y_2^2, y_2^3, \dots, y_2^{k_2}]; \\
 & [y_3^1, y_3^2, y_3^3, \dots, y_3^{k_3}]; \\
 & \dots \dots \dots \\
 & [y_n^1, y_n^2, y_n^3, \dots, y_n^{k_n}]
 \end{aligned}$$

где $y_1^{k_1}$ - k_1 решение по переменной y_1 ; $y_n^{k_n}$ - k_n решение по переменной y_n ;

- сформировать варианты решения проблемы посредством комбинирования наборов значений переменных по одному из каждой строки. Общее число вариантов, содержащихся в морфологическом ящике, равно $N = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \dots k_n$, где k_i – число значений i -й переменной, $i = 1 \dots n$ – число переменных;
- проверить все имеющиеся в морфологическом ящике варианты на сов-

местимость элементов, отбросить нулевых вариантов, определить функциональной ценности всех возможных оставшихся вариантов;

– использовать полученные варианты решений для определения предпочтительного варианта.

3. Изучить содержание основных этапов системного анализа. В конспекте практического занятия провести **анализ аналогов** системы, на примере предприятия/организации (самостоятельный выбор или по заданию преподавателя).

Аналогом какой-либо системы можно назвать другую систему, созданную наподобие рассматриваемой системы, похожую на нее или ту, которая может в определенной степени ее заменить. Метод анализа аналогов позволяет провести сравнительную оценку исследуемой системы и других существующих или разрабатываемых систем. При реализации этого метода для обеспечения доверия к полученным результатам необходимо тщательно выбирать системы-аналоги.

В основе метода анализа аналогов лежит процедура сравнения, которую целесообразно проводить по следующим группам критериев:

- функциональные;
- производственно-эксплуатационные;
- финансово-экономические.

Результаты анализа аналогов представить в виде таблицы сопоставлений

Объект-система:					
Парметры сравнения*	Аналоги**				
	A ₁	A ₂	A ₃	...	A _n
назначение системы					
масштаб системы					
перечень и характер выполняемых функций					
техническая (технологическая) оснащенность					
оперативные характеристики системы					
надежность системы					
информационные параметры					
.....					

* состав параметров для сравнения является рекомендуемым и может быть обоснованно дополнен и/или изменен

** количество аналогов не менее 3 (согласовывается с преподавателем)

Тема 3

Классификация методов системного анализа

Цель работы: изучить содержание основных методов системного анализа, сформировать компетенции реализации методов системного анализа.

Теоретические сведения

Арсенал методов системного анализа велик, и каждый из методов имеет свои достоинства и недостатки, а также область применения как по отношению к типу объекта, так и по отношению к этапу его исследования.

Постановка любой задачи заключается в том, чтобы перевести ее словесное, вербальное описание в формальное (с помощью математических зависимостей между величинами в виде формул, уравнений, систем уравнений). Между неформальным, образным мышлением человека и формальными моделями классической математики сложился «спектр» (рисунок 3.1) методов, которые помогают получать и уточнять (формализовать) вербальное описание проблемной ситуации, с одной стороны, и интерпретировать формальные модели, связывать их с реальной действительностью, с другой.

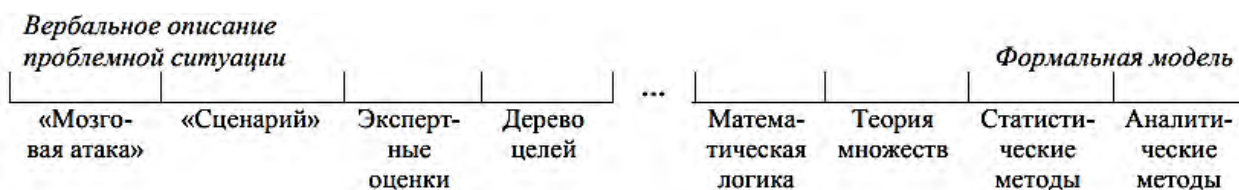


Рисунок 3.1 – «Спектр» методов системного анализа

Если последовательно менять методы «спектра», то можно постепенно, ограничивая полноту описания проблемной ситуации (что неизбежно при формализации), но сохраняя наиболее существенные, с точки зрения цели (структуры целей), компоненты и связи между ними, перейти к формальной модели.

Таким образом, можно разделить методы моделирования систем на два больших класса: *методы формализованного представления систем* (МФПС) и *методы, направленные на активизацию использования интуиции и опыта специалистов* (МАИС). Возможная классификация этих двух групп методов приведена на рисунке 3.2.

Такое разделение методов находится в соответствии с основной идеей системного анализа, которая состоит в сочетании в моделях и методиках формальных и неформальных представлений, что помогает в разработке методик, выборе методов постепенной формализации отображения проблемной ситуации.

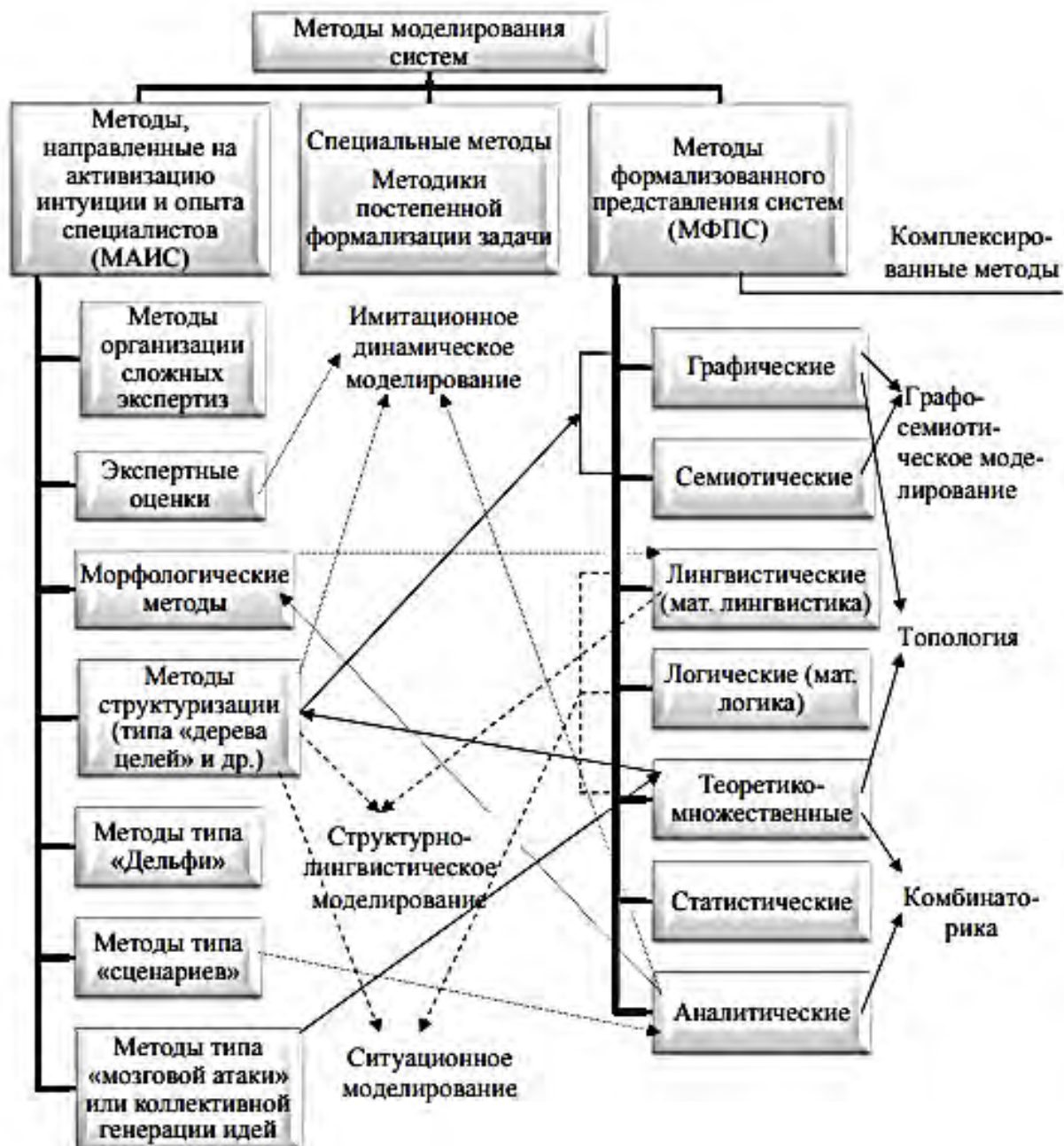


Рисунок 3.2 – Классификация методов моделирования систем

В группе МАИС методы расположены сверху вниз примерно в порядке возрастания возможностей формализации, а в группе МФПС – сверху вниз возрастает внимание к содержательному анализу проблемы и появляется все больше средств для такого анализа. Такое упорядочение помогает сравнивать методы и выбирать их при формировании развивающихся моделей принятия решений, при разработке системного анализа.

Новые методы моделирования часто создаются на основе сочетания ранее существовавших классов методов. Так, методы, называемые комплексированными (комбинаторика, топология) начали развиваться параллельно в рамках линейной алгебры, теории множеств, теории графов, а затем оформились в са-

мостоятельные направления. Существуют также новые методы, базирующиеся на сочетании средств МАИС и МФПС (специальные методы).

О системном анализе можно говорить как о совокупности методологических средств, используемых методов подготовки и обоснования решений сложных проблем. В таком ракурсе одной из ключевых задач анализа является генерация альтернатив, т.е. идей о возможных способах решения проблемы, является творческим процессом. Основные способы генерации – это поиск альтернатив в патентно-информационных источниках, привлечение экспертов и др.

К методам, используемым в системном анализе, для формирования множества альтернатив относятся:

- 1) *методы коллективной генерации идей* (или методы мозгового штурма);
- 2) *разработка сценариев*. Сценарии-альтернативы – это логически обоснованные модели поведения проблемной системы в будущем, которые после принятия решения можно рассматривать как прогноз изменения состояний системы;
- 3) *морфологические методы*, основная идея которых состоит в систематическом переборе всех мыслимых вариантов решения проблемы или развития системы путем комбинирования выделенных элементов или их признаков;
- 4) *деловые игры* – имитационное моделирование реальных ситуаций;
- 5) *методы экспертного анализа*, основанные на мнении группы экспертов, являющихся специалистами в рассматриваемой области;
- 6) *методы типа «дерева целей»*, которые подразумевают использование иерархической структуры, полученной путем разделения общей цели на подцели, а их, в свою очередь, на более детальные составляющие.

Конечный результат системного анализа будет зависеть не только от того, насколько теоретически обоснованы методы, применяемые при проведении анализа, но и оттого, насколько грамотно и качественно реализованы полученные рекомендации.

Задание по теме 3

Изучить содержание и цели основных методов системного анализа. В конспекте практического занятия построить «дерево решений» по заданию преподавателя.

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

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

- *формулирование задачи* путем выделения существенных и несущественных факторов;
- *построение дерева решений* (при этом используются следующие условные обозначения: □ – решение (решение принимает аналитик); □* – случай (решение «принимает» случай); // – отвергнутое решение. Иногда исполь-

зуются иные обозначения: □ – решающая вершина; О – «случайная» вершина.

– *оценки вероятностей состояний среды* (определяемых на основании имеющихся данных либо экспертным путем), т. е. сопоставление шансов возникновения каждого конкретного события;

– *установление выигрышей для каждой возможной комбинации альтернатив (действий) и состояний среды;*

– *принятие решения* заключается в вычислении для каждой вершины дерева (при движении справа налево) ожидаемых денежных оценок (ОДО), отбрасывании неперспективных ветвей и выборе ветвей, которым соответствует максимальное значение ОДО. Ожидаемая денежная оценка рассчитывается как сумма произведений размеров выигрышей на вероятности этих выигрышей.

Примеры «дерева решений» представлены в приложении А.

Тема 4

SWOT-анализ: диагностика состояния и разработка стратегии развития систем

Одной из областей применения системного анализа является менеджмент продукции, процессов и систем. SWOT-анализ – один из инструментов, которые целесообразно использовать при изучении деятельности и разработке направлений развития производственных систем – предприятий/организаций.

SWOT-анализ как метод для оценки любого сложного решения применим при разработке/совершенствовании свойств и конкурентных преимуществ продукции. Графически результаты SWOT-анализа представляются в матричной форме (рис. 4.1)

Аналитическая цель, преследуемая SWOT-анализом, состоит в выявлении внутренних сильных сторон, которые позволяют системе, с одной стороны, воспользоваться возможностями, существующими во внешней среде, и, с другой стороны, избежать внешних угроз, в то же время, принимая во внимание имеющиеся слабые стороны (рис. 4.2).

Таким образом, SWOT-анализ – это оценка реального стратегического положения предприятия как системы, показывающая насколько текущая стратегия развития соответствует ее внутренним ресурсам и рыночным возможностям.



Рисунок 4.1 – Табличная форма первичной матрицы SWOT-анализа

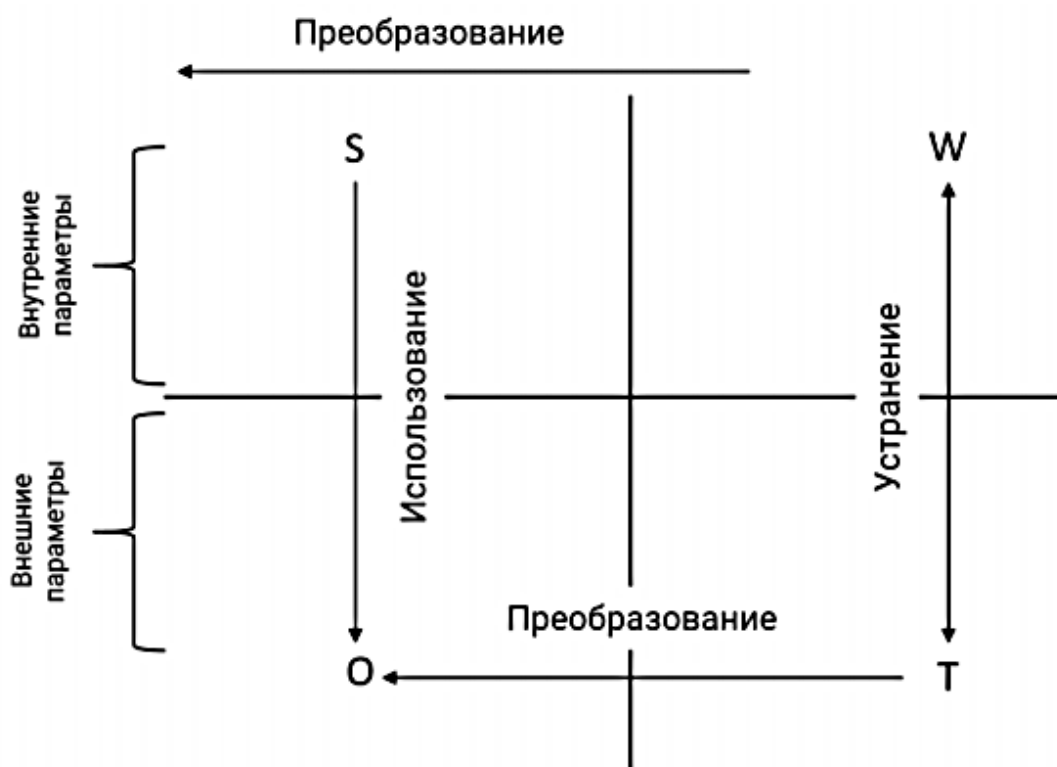


Рисунок 4.2 – Аналитическая «петля» SWOT-анализа

На основе *ключевых факторов успеха* (КФУ) формируются сильные (S) и слабые (W) стороны предприятия.

Возможности (O) и угрозы (T) со стороны внешней среды формируются преимущественно по результатам *PESTEL анализа* (P – политические факторы, E – экономические факторы, S – социальные факторы, T – технологические факторы, E – экологические факторы, L – законодательство) и *анализа 5 сил Портера* (рис. 4.3).

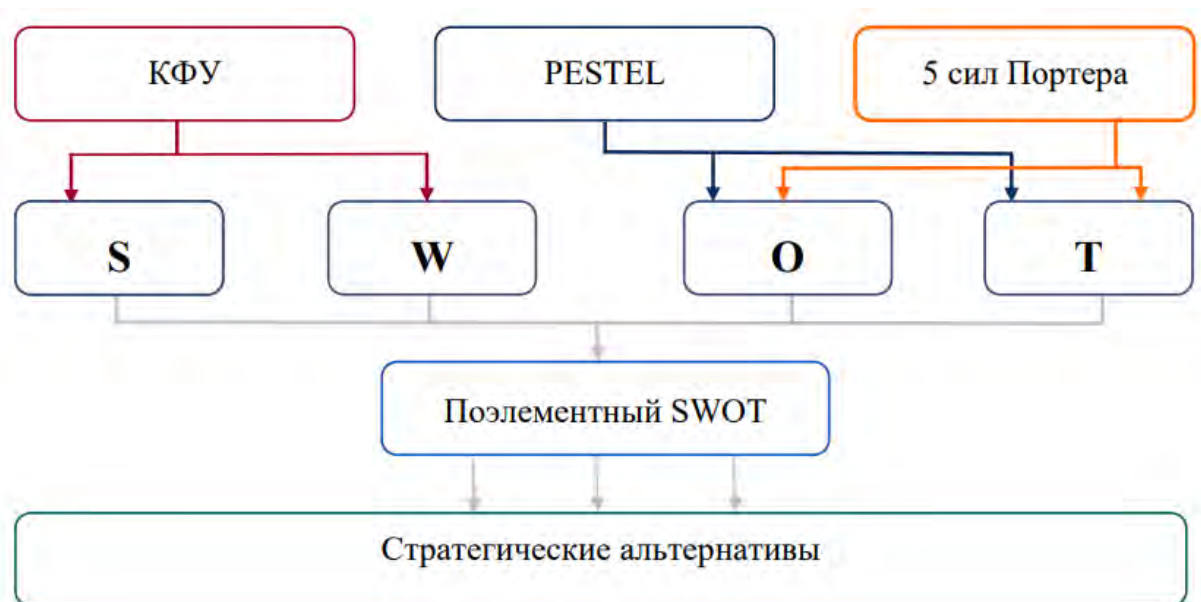


Рисунок 4.3 – Общая схема SWOT-анализа

Соотнесение сильных и слабых сторон предприятия с возможностями и угрозами внешней среды формируют матрицу поэлементного анализа системы, на основании которой формируются приоритетные направления стратегического развития.

Задание по теме 4

Изучить цели и содержание основных этапов SWOT-анализа как метода поддержки принятия решения в системном анализе. В конспекте практического занятия по заданию преподавателя провести SWOT-анализ в последовательности действий, представленных ниже.

4.1 *Описание предприятия.* Для подготовки описания предприятия рекомендуется пользоваться официальной общедоступной информацией о нем, которая представлена на официальном сайте организации, в презентациях/отчетах, базах данных, СМИ и придерживаться следующего плана:

- полное и сокращенное наименование предприятия, его организационно-правовой статус;
- основные виды деятельности, отрасль деятельности компании;
- география деятельности компании;
- год создания, краткая история возникновения и развития компании;
- наличие дочерних/родительских компаний, вхождение в состав группы, корпорации, наличие филиалов;
- доступные сведения о структуре собственности (доля государства, наличие других собственников и т. п.);
- контактная информация об организации: официальный сайт, юридический адрес.

4.2 *Анализ внешней среды предприятия.* Внешняя среда – это окружение предприятия, с которым оно активно взаимодействует, в частности, клиенты,

поставщики, конкуренты, органы государственной власти и др. Необходим постоянный мониторинг внешней среды для определения тенденций и трендов, чтобы прогнозировать необходимые в будущем действия.

Значимые черты внешней среды:

- сложность (число и разнообразие факторов, на которые вынуждена реагировать предприятие);
- динамизм (скорость и степень изменений объектов и процессов во внешней среде предприятия);
- взаимосвязь факторов внешней среды (масштаб изменений одного фактора внешней среды при изменении другого);
- неопределенность (степень непредсказуемости изменений во внешней среде предприятия);
- управляемость (ограниченность влияния предприятия на внешнее окружение своей деятельности).

Внешнее влияние на предприятие оказывает совокупность двух основных сфер: макросреды и микросреды. *Макросреда* включает факторы в бизнес-среде города, региона, страны и мира в целом. Её основные элементы влияют на деятельность всех хозяйствующих субъектов независимо от форм собственности и специфики товаров и услуг, то есть продукции, предлагаемой на рынке. Для анализа макросреды используется *PEST(EL)-анализ*.

Микросреда является средой прямого воздействия или непосредственных контактов предприятия. Она включает тех участников рынка, с которыми у предприятия есть прямые отношения или которые оказывают на неё прямое воздействие. Микросреда характеризует параметры и ситуацию деятельности на отдельно взятом рынке. Для анализа микросреды используется инструмент пяти конкурентных сил М. Портера.

PESTEL – это инструмент стратегического управления, используемый для выявления, анализа, организации и мониторинга ключевых внешних факторов, которые могут оказать влияние на организацию в настоящее время и в будущем. PESTEL-анализ является одним из базовых инструментов анализа предприятия, результаты которого в дальнейшем выступают основой для SWOT-анализа.

Аббревиатура PESTEL соответствует первым буквам основных факторов внешней среды, анализ которых необходимо провести:

- *политические* (Political) – связаны с политической жизнью на всех уровнях (местном, региональном, национальном, международном), влияют или могут повлиять на деятельность предприятия в будущем;
- *экономические* (Economic) – включают текущие и будущие экономические аспекты и тенденции, например, динамику уровня инфляции, налоговых ставок, валютных курсов, уровня доходов населения, общей структуры расходов людей, привлекательности рынка для иностранных инвесторов и т. п.;
- *социокультурные* (Social) – включают аспекты общественной жизни (культура, религия, убеждения и другие), которые способны влиять на деятель-

ность компании, также могут включать демографические факторы, характеристики уровня образования, системы здравоохранения и социального обеспечения, привычек и увлечений людей, образа жизни, приоритетов поколений (ценностей людей), традиций и т. п.;

– *технологические* (Technological) – связаны с наличием и вероятностью появления и развития технологий, способных оказать влияние на предприятие: научные открытия, технологические инновации, изменения в патентном законодательстве и индустрии, развитие интернета и мобильных технологий в отрасли и т. п.;

– *экологические* (Environmental) – связаны с влиянием окружающей среды и экологических аспектов. К этим факторам относятся экологические факторы, такие как погода, экологические последствия и изменение климата. Данный аспект становится все более актуальным с возрастанием роли корпоративной социальной ответственности в деятельности ведущих предприятий.

– *правовые* (Legal) – включают изменения в законодательстве, нормативных актах и деятельности регулирующих организаций, непосредственно не связанных с основной деятельностью предприятия, однако опосредовано влияющие на бизнес, также сюда стоит отнести факторы изменения уровня преступности, степени правового обеспечения бизнеса и мер пресечения за экономические и иные правонарушения.

Пошаговый алгоритм проведения PESTEL-анализа приведен в приложении Б.

Анализ пяти конкурентных сил М. Портера используется для анализа внешней микросреды предприятия. «Модель 5 сил» – широко распространенный инструмент, применяемый аналитиками при анализе внешней среды, позволяющий оценить привлекательность отрасли с точки зрения конкуренции, текущую позицию предприятия в отрасли и наметить план действий (стратегию, программы, инициативы и т. п.) по максимальному использованию конкурентных преимуществ. При проведении анализа оцениваются пять конкурентных сил:

- внутриотраслевая конкуренция;
- угроза появления новых игроков на рынке;
- рыночная власть покупателей;
- рыночная власть поставщиков;
- угроза появления товаров-субститутов (заменителей).

Именно эти пять сил определяют степень привлекательности той или иной отрасли, а их анализ позволяет более четко понять отраслевой контекст, в котором компания осуществляет свою деятельность, оценить конкурентное пространство во всех перспективах. Кроме того, данный инструмент позволяет изучить привлекательность потенциально новых отраслей, также оценить стратегическую позицию предприятия на рынке. Модель состоит из 5 взаимосвязанных блоков:

- *внутриотраслевая конкуренция* – центральный раздел, в нем анализиру-

ется интенсивность конкуренции в отрасли, в которой функционирует анализируемое предприятие.

- *рыночная власть поставщиков* показывает, кто и в каком объеме способен оказывать «рыночное давление» (bargaining power) на контрагента.

- *рыночная власть потребителей* показывает, какое рыночное давление способен оказать потребитель на предприятие.

- *угроза появления продуктов субститутов (заменителей)* описывает конкурентов другого типа. Это не компании, производящие ту же самую продукцию, что и анализируемое предприятие, а производители другой (альтернативной, заменяющей) продукции, которые составляют конкуренцию.

- *угроза появления новых игроков на рынке* показывает, насколько легко новому игроку войти в данную отрасль и превратиться в сильного конкурента (рисунок 4.4).



Рисунок 4.4 – «Модель 5 сил»

При оценке каждой из пяти сил рекомендуется использовать следующую шкалу:

- 1 – предприятие не зависит от данной силы;
- 2 – низкая степень зависимости предприятия от данной силы;
- 3 – степень зависимости предприятия ниже среднего;
- 4 – степень зависимости предприятия выше среднего;
- 5 – высокая степень зависимости предприятия;

6 – предприятие практически полностью зависимо от данной силы.

Для оценки и выставления балла по каждой из пяти сил можно опираться на перечень вопросов-индикаторов, представленные в приложении В

4.3 *Ключевые факторы успеха.* Для понимания сильных и слабых сторон предприятия необходимо сначала выявить, что определяет успех предприятия в конкурентной борьбе, какие ключевые факторы успеха (КФУ) в отрасли. Выделение КФУ, оценка предприятия по КФУ в сравнении с конкурентами позволяет определить ее конкурентную позицию и выделить области, в которых предприятие превосходит или уступает конкурентам. При выделении КФУ следует занять позицию потребителя и сформулировать критерии, которым должна соответствовать предприятие / продукт для того, чтобы потребитель рассматривал ее/его как привлекательный.

Пошаговый алгоритм выделения и оценки КФУ представлен в приложении Г.

4.4 *Матрица первичного SWOT-анализа.* Целью первичного SWOT-анализа является выделение ключевых элементов матрицы SWOT, а именно сильных и слабых сторон предприятия, а также возможностей и угроз со стороны внешней среды. Традиционное представление данных элементов имеет вид матрицы 2×2.

Сильные стороны (S) 1. 2. 3.	Слабые стороны (W) 1. 2. 3.
Возможности (W) 1. 2. 3.	Угрозы (Т) 1. 2. 3.

Рисунок 4.5 – Первичная матрица SWOT-анализа

Сильные стороны предприятия – его внутренние характеристики, которые отличают предприятие от конкурентов и позволяют ему успешно реализовывать свою деятельность. Другими словами, сильные стороны – это источник конкурентного преимущества предприятия. Сильные стороны могут иметь очень разную форму: это могут быть уникальные материальные и/или нематериальные ресурсы, хорошо налаженные внутренние процессы, технологические ноу-хау, сильный бренд и др.

Слабые стороны предприятия – внутренние характеристики предприятия, по которым оно отстает от конкурентов и которые негативно сказываются на результатах ее деятельности. Слабые стороны могут быть связаны с проблемами в стратегических аспектах деятельности предприятия, неэффективностью

операционных процессов, недостаточным маркетинговым продвижением и др.

Возможности – внешние факторы, которые создают благоприятные условия для развития предприятия, открывают новые перспективы и направления деятельности, способствуют реализации ее стратегии и достижению высоких результатов. Возможности исходят из внешней среды, и должны быть оценены компанией с точки зрения их значимости для нее. Не каждое предприятие занимает положение, которое позволяло бы ей использовать все благоприятные возможности, имеющиеся в ее отрасли.

Угрозы – внешние факторы, которые могут оказать ощутимое негативное влияние на деятельность предприятия и его конкурентную позицию. Как правило, предприятие не может оказать прямого влияния на угрозы, но может разработать компенсирующие мероприятия для снижения степени их влияния на предприятие. На данном этапе при выделении сильных и слабых сторон необходимо ориентироваться на результаты анализа, проведенного на предыдущих этапах, в частности КФУ. При определении возможностей и угроз следует ориентироваться на результаты PEST(EL)-анализа и анализа пяти сил М. Портера.

Соблюдение предложенных рекомендаций позволит выделить 4 – 6 пунктов по каждому элементу первичной матрицы SWOT, ранжированных по значимости с точки зрения эффекта/воздействия фактора на деятельность предприятия в настоящее время или в ближайшей перспективе. Систематизация факторов и элементов позволяет сформировать первичную матрицу SWOT.

Наряду с методами изучения угроз, возможностей, силы и слабости организации для анализа среды может быть применен метод составления ее профиля. Данный метод удобно применять для составления профиля отдельно:

- макроокружения;
- непосредственного окружения;
- внутренней среды.

С помощью метода составления профиля среды удастся оценить относительную значимость для организации отдельных факторов среды.

Метод составления профиля среды (таблица 4.1) состоит в следующем. В таблицу профиля среды выписываются отдельные факторы среды.

Таблица 4.1 – Табличная форма профиля среды

Факторы среды	Важность для отрасли, А	Влияние на организацию, В	Направленность влияния, С	Степень важности, $D = A \times B \times C$
1				
2				
3				

Каждому из факторов экспертным образом дается оценка:

- 1) важности для отрасли по шкале: 3 – большая, 2 – умеренная, 1 – слабая;
- 2) влияния на организацию по шкале: 3 – сильное, 2 – умеренное, 1 – слабое, 0 – отсутствие влияния;
- 3) направленности влияния по шкале: +1 – позитивная, – 1 – негативная.

Далее все три экспертные оценки перемножаются и получается интегральная оценка, показывающая степень важности фактора для предприятия.

4.5 *Поэлементный SWOT-анализ.* Поэлементный SWOT-анализ предполагает построение расширенной матрицы SWOT на базе первичной матрицы. Основная цель данного этапа состоит в формировании четырех пар (групп, комбинаций) различных стратегических альтернатив на основе соотношения выделенных сильных и слабых сторон предприятия и возможностей и угроз внешней среды.

		ВНУТРЕННИЕ ФАКТОРЫ	
		сильные стороны - S	слабые стороны - W
ВНЕШНИЕ ФАКТОРЫ	Возможности - O	<p>SO</p> <p>Внутренние сильные стороны в соответствии с внешними возможностями</p>	<p>WO</p> <p>Внутренние слабые стороны в отношении к внешним возможностям</p>
	Угрозы - T	<p>TO</p> <p>Внутренние сильные стороны в соответствии с внешними угрозами</p>	<p>WT</p> <p>Внутренние слабые стороны в отношении к внешним угрозам</p>

Рисунок 4.6 – Сводная матрица поэлементного SWOT-анализа

Таким образом, формируются следующие группы:

- сильные стороны – возможности (SO);
- сильные стороны – угрозы (ST);
- слабые стороны – возможности (WO);
- слабые стороны – угрозы (WT).

Результаты разработки стратегических альтернатив оформляются в табличной форме (рис. 4.7).

Стратегические альтернативы SO: альтернативы данной группы опираются на максимизацию эффекта от использования сильных сторон компании в приложении к возможностям внешней среды (max – max); при этом, возможно частичное игнорирование возможных угроз.

	Сильные стороны (S) S ₁ S ₂ S ₃	Слабые стороны (W) W ₁ W ₂ W ₃
Возможности (O) O ₁ O ₂ O ₃	Стратегические альтернативы SO: Стратегия максимизации использования сильных сторон и возможностей среды 1. (напр., S ₁ O ₂) 2. (напр., S ₂ S ₃ O ₂) 3. (напр., S ₃ O ₁ O ₃)	Стратегические альтернативы WO: Стратегия минимизации влияния слабых сторон и максимизации использования возможностей среды 1. (напр., W ₁ O ₂) 2. (напр., W ₂ O ₁ O ₂) 3. (напр., W ₃ O ₃)
Угрозы (T) T ₁ T ₂ T ₃	Стратегические альтернативы ST: Стратегия максимизации использования сильных сторон и минимизации угроз среды 1. (напр., S ₁ T ₂) 2. (напр., S ₁ S ₂ T ₂) 3. (напр., S ₃ T ₁ T ₃)	Стратегические альтернативы WT: Стратегия минимизации влияния слабых сторон и минимизации угроз среды 1. (напр., W ₁ T ₂) 2. (напр., W ₂ T ₃ T ₂) 3. (напр., W ₃ T ₁)

Рисунок 4.7 – Карта стратегических альтернатив SWOT-анализа

Стратегические альтернативы ST: альтернативы данной группы опираются на использование сильных сторон компании для минимизации угроз внешней среды (max – min); при этом, возможности среды уходят на второй план, а компания фокусируется на том, как среагировать на реальные или потенциальные угрозы.

Стратегические альтернативы WO: альтернативы данной группы опираются на минимизацию слабых сторон и одновременно на максимизацию возможностей (min – max), т. е. компания фокусируется на том, как возможности внешней среды могут быть использованы для преодоления слабых сторон компании.

Стратегические альтернативы WT: альтернативы данной группы опираются на стремление к минимизации слабых сторон и угроз (min – min), т. е. компания фокусируется на поиске решений по предупреждению угроз внешней среды с учетом тех слабых сторон, которые у нее имеются.

При формировании матрицы поэлементного SWOT-анализа рекомендуется последовательно сформировать расширенный пул стратегических альтернатив для каждого квадранта (SO, SW, WO, WT), проверить возможность группировки предлагаемых стратегических альтернатив внутри одного квадранта для оптимизации их количества, приоритизировать сгруппированные альтернативы на основании их значимости для предприятия и реализуемости.

Необходимо выбрать 3–5 стратегических альтернатив (групп стратегических альтернатив), которые рекомендуется реализовать компании в приоритетном порядке с учетом имеющихся ресурсов и текущих возможностей. По каждой из предлагаемых альтернатив необходимо представить краткое описание алгоритма ее реализации, требуемых ресурсов и ожидаемых результатов.

Тематика для подготовки рефератов

1. Функционирование систем в условиях неопределенности; управление в условиях риска.

2. Инженерные системы. Производство как большая и сложная система. Специфические свойства инженерной системы: наличие целенаправленного поведения в каждом элементе, специфика внешней и внутренней динамики, специфика обеспечения целостности инженерной системы.

3. Стратегический и тактический уровни системного анализа.

4. Процедуры системного анализа выбора наилучшего решения.

5. Системный анализ хозяйственных проблем. Понятие и классификация проблем. Структуризация проблем. Дерево целей, дерево критериев, дерево постановок задач.

6. Методы и приемы развития системного мышления.

7. Меры сложности и нечеткости состояний систем. Методы упрощения систем.

8. Понятие качества системы, характеристика свойств, характеризующих качество.

9. Технология CASE в системном анализе. Методологии анализа, проектирования, разработки и сопровождения сложных автоматизированных систем.

10. Основы принятия решений при многих критериях. Метод ФСА (функционально-стоимостного анализа).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вдовин, В. М. Теория систем и системный анализ : учебник / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, В. А. Валентинов. – 3-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2016. – 643 с.
2. Волкова, В. Н. Теория систем и системный анализ : учебник / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2019. – 461 с.
3. Кириллов, В. И. Квалиметрия и системный анализ: учебное пособие / В. И. Кириллов. – Минск: Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2011. – 439 с.
4. ГОСТ Р 57193–2016. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 98 с.
5. Махонь, А. Н. Системы менеджмента организаций : конспект лекций / А. Н. Махонь, И. С. Карпушенко ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2019. – 80 с.
6. Наливайко, Г. М. Менеджмент качества: учебное пособие / Г. М. Наливайко, И. Н. Фурс. – Минск: РИВШ, 2018. – 233 с.
7. Попов, В. Н. Системный анализ в менеджменте : учебное пособие / В. Н. Попов, В. С. Касьянов, И. П. Савченко ; под ред. проф. В. Н. Попова. – Москва : КНОРУС, 2007. – 304 с.
8. Станкевич, Л. А. Интеллектуальные системы и технологии : учебник и практикум / Л. А. Станкевич. – Москва : Юрайт, 2019. – 397 с. .
9. Тарасенко, Ф. П. Прикладной системный анализ : учебное пособие / Ф. П. Тарасенко. – Москва: КНОРУС, 2010. – 224 с.
10. Системный анализ: учебно-методическое пособие / М. В. Власов; Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова. Новочеркасск : ЮРГПУ(НПИ). – 2016. – 60 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Примеры «дерева решений»

Пример 1. Руководство предприятия решает, в какой проект вложить денежные средства – в проект А, Б или В. Результат, который можно получить, зависит от благоприятного или неблагоприятного состояния рынка (таблица А.1). Перед тем как принять решение о выборе проекта, руководство должно определить, заказывать ли дополнительное исследование состояния рынка фирме Ф или нет, причем данная услуга обойдется в 7 тыс. ден. ед. Дополнительное исследование по-прежнему не способно дать точной информации, но оно поможет уточнить ожидаемые оценки конъюнктуры рынка, изменив тем самым значения вероятностей.

Предположим, что фирма Ф сделала следующий прогноз: ситуация будет благоприятной с вероятностью 0,48; ситуация будет неблагоприятной с вероятностью 0,52. Относительно фирмы Ф известно, что она способна уточнить значения вероятностей благоприятного или неблагоприятного исхода. Возможности фирмы в виде условных вероятностей благоприятности и неблагоприятности рынка сбыта представлены в таблице А.2. Например, когда фирма утверждает, что рынок благоприятный, то с вероятностью 0,74 этот прогноз оправдывается (с вероятностью 0,26 могут возникнуть неблагоприятные условия), прогноз о неблагоприятности рынка оправдывается с вероятностью 0,71.

Таблица А.1 – Результаты выбора решений

Выбор компании	Результат, тыс. ден. ед., при состоянии экономической среды	
	благоприятном	неблагоприятном
Проект А	320	- 300
Проект Б	150	- 40
Проект В	20	20

Таблица А.2 – Прогноз фирмы

Прогноз фирмы	Фактически	
	благоприятный	неблагоприятный
благоприятный	0,74	0,26
неблагоприятный	0,29	0,71

На основе данных сведений можно построить дерево решений, где развитие событий происходит от вершины дерева к исходам, а расчет прибыли выполняется от конечных состояний к начальным (рис. А.1).

В результате анализа дерева решений выявлено следующее:

- рекомендуется проводить дополнительное исследование конъюнктуры рынка, поскольку это позволяет уточнить принимаемое решение;

- если фирма Ф прогнозирует благоприятную ситуацию на рынке, то лучше выбрать проект А (ожидаемая максимальная прибыль – 158,8 тыс. ден. ед.), если прогноз неблагоприятный – проект В (ожидаемая максимальная прибыль – 20 тыс. ден. ед.).

Продолжение приложения А

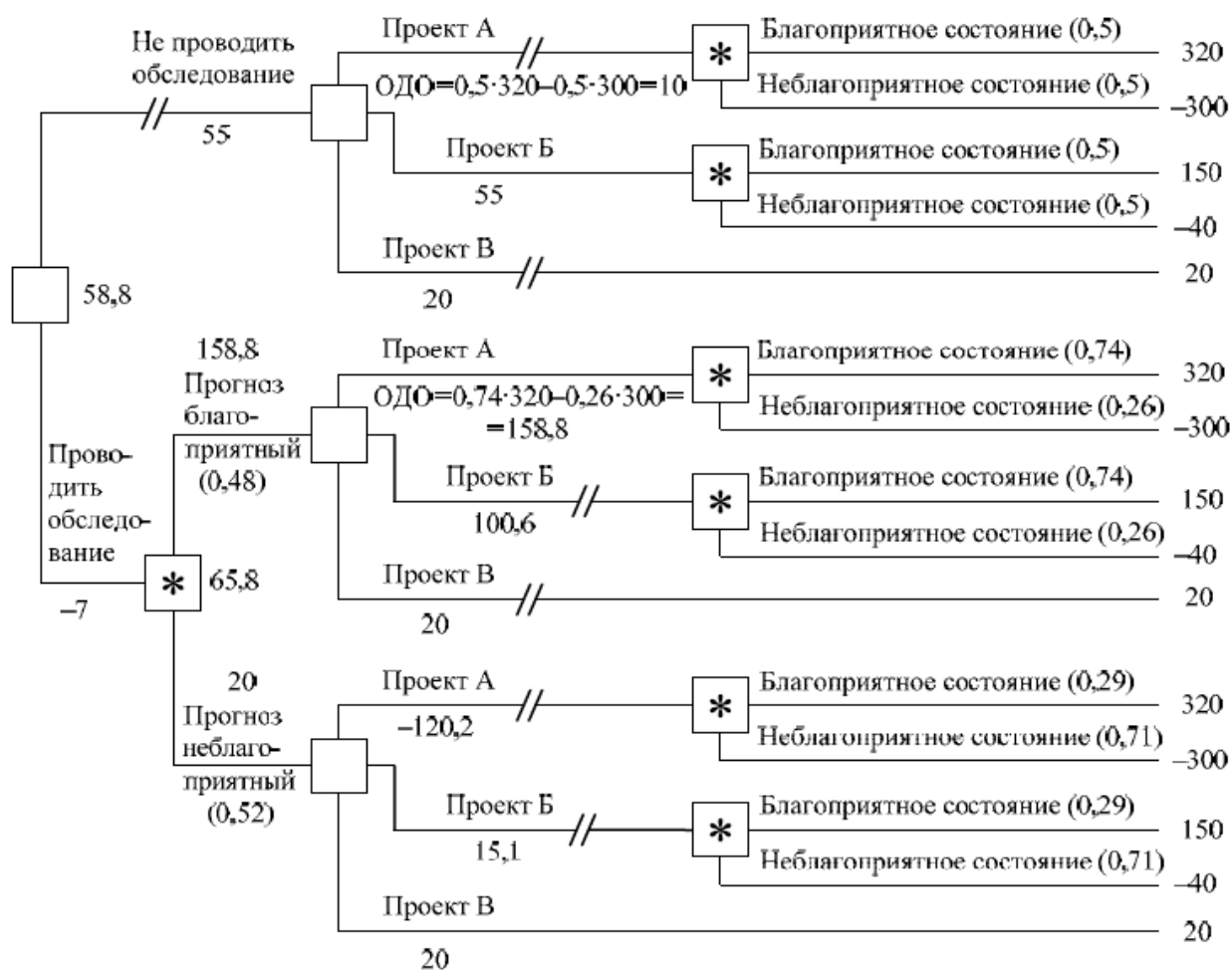


Рисунок А.1 – «Дерево решений» для примера 1

Пример 2. Компания рассматривает вопрос о строительстве завода. Возможны три варианта действий.

– А. Построить большой завод стоимостью $M_1 = 700$ тыс. ден. ед. При этом варианте возможны большой спрос (годовой доход в размере $R_1 = 280$ тыс. ден. ед. в течение следующих 5 лет) с вероятностью $p_1 = 0,8$ и низкий спрос (ежегодные убытки $R_2 = 80$ тыс. ден. ед.) с вероятностью $p_2 = 0,2$.

– Б. Построить маленький завод стоимостью $M_2 = 300$ тыс. ден. ед. При этом варианте возможны большой спрос (годовой доход в размере $T_1 = 180$ тыс. ден. ед. в течение следующих 5 лет) с вероятностью $p_1 = 0,8$ и низкий спрос (ежегодные убытки $T_2 = 55$ тыс. ден. ед.) с вероятностью $p_2 = 0,2$.

– В. Отложить строительство завода на один год для сбора дополнительной информации, которая может быть позитивной или негативной с вероятностью $p_3 = 0,7$ и $p_4 = 0,3$ соответственно. В случае позитивной информации можно построить заводы по указанным выше расценкам, а вероятности большого и низкого спроса меняются на $p_5 = 0,9$ и $p_6 = 0,1$ соответственно.

Продолжение приложения А

Доходы на последующие четыре года остаются прежними. В случае негативной информации компания заводы строить не будет.

Дерево решений (рис. А.2) позволяет определить наиболее эффективную последовательность действий, основываясь на ожидаемых доходах.

Ожидаемая стоимостная оценка узла А равна

$$\text{ОДО (А)} = 0,8 \times 1400 + 0,2 \times (-400) - 700 = 340.$$

$$\text{ОДО (В)} = 0,8 \times 900 + 0,2 \times (-275) - 300 = 365.$$

$$\text{ОДО (D)} = 0,9 \times 1120 + 0,1 \times (-320) - 700 = 276.$$

$$\text{ОДО (E)} = 0,9 \times 720 + 0,1 \times (-220) - 300 = 326.$$

$$\text{ОДО (C)} = 0,7 \times 326 + 0,30 \times 0 = 228,2.$$

Так как $\text{ОДО (2)} = \max \{ \text{ОДО (D)}, \text{ОДО (E)} \} = \max \{ 276, 326 \} = 326 = \text{ОДО (E)}$, в узле 2 отвергается возможное решение «большой завод».

Так как $\text{ОДО (1)} = \max \{ \text{ОДО (A)}, \text{ОДО (B)}, \text{ОДО (C)} \} = \max \{ 340; 365; 228,2 \} = 365 = \text{ОДО (B)}$, в узле 1 предпочтительным является решение «маленький завод». Ожидаемая стоимостная оценка этого наилучшего решения равна 365 тыс. ден. ед.

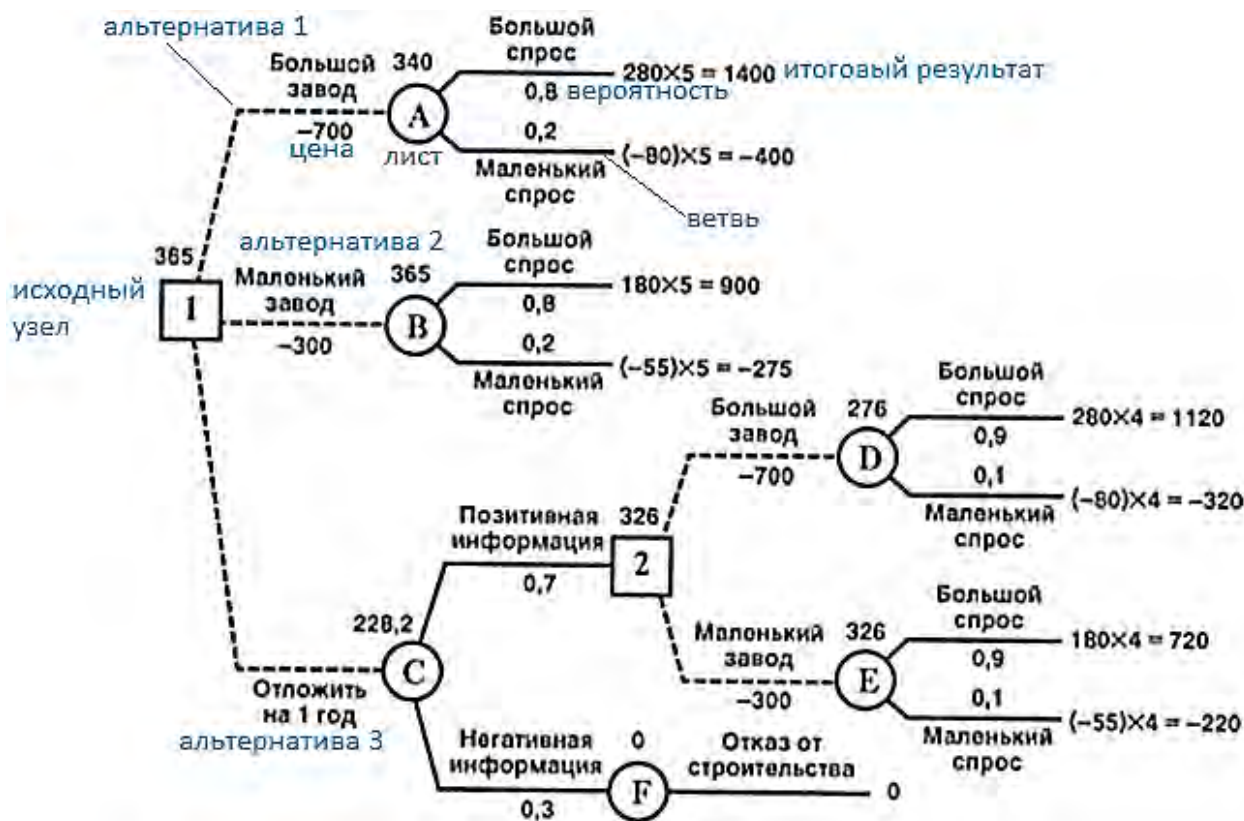


Рисунок А.2 – «Дерево решений» для примера 2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Алгоритм проведения PESTEL-анализа

Шаг 1. Идентификация факторов (политических, экономических, социокультурных, технологических, экологических, правовых), которые оказывают влияние на отрасль/рынок. На данном шаге рекомендуется учитывать все факторы, вне зависимости от степени их влияния на предприятие. Важно формулировать факторы четко, использовать лаконичные формулировки. Итогом первого шага будет список факторов, скомбинированных по разделам: политические, экономические, социокультурные, технологические, экологические, правовые.

Шаг 2. Определение влияния каждого фактора *по времени*. Данные необходимо занести в итоговую таблицу, используя соответствующие маркеры:

- Н – влияет в настоящее время и, скорее всего, закончит влиять в течение 12 месяцев;
- НБ – влияет сейчас и продолжит свое влияние более 12 месяцев;
- Б – сейчас не влияет, но будет иметь значение в будущем;
- К – кратковременно влияет (до 6-ти месяцев).

Шаг 3. Определение влияния каждого фактора *по типу*. Данные необходимо занести в итоговую таблицу, используя соответствующие маркеры:

- + положительно влияет;
- отрицательно влияет.

Шаг 4. Определение влияния каждого фактора *по динамике*. Данные необходимо занести в итоговую таблицу, используя соответствующие маркеры:

- > влияет и увеличивает влияние;
- = влияет с постоянной значимостью;
- < влияет, но уменьшает влияние.

Шаг 5. Определение *относительной значимости влияния* каждого фактора. Данные необходимо занести в итоговую таблицу, используя соответствующие маркеры:

- *критичные*: факторы, которые угрожают существованию предприятия, либо требуют серьезного пересмотра миссии и целей;
- *очень важные*: факторы, которые наиболее вероятно вызывают изменения в действиях предприятия, ее операционной структуре, внешних взаимоотношениях, правилах и установках (штат, юридический статус), но без изменения основных целей и миссии предприятия;
- *важные*: факторы, которые влекут некоторые (ограниченные) изменения в деятельности и структуре предприятия;
- *существенные*: факторы, влияющие на деятельность предприятия, но без значимых изменений в ее организационной структуре;
- *не важные*: факторы, не оказывающие значительного влияния на предприятие.

Продолжение приложения Б

Шаг 6. Описание влияния каждого фактора на анализируемое предприятие (в чем проявляется или может проявляться, на что конкретно повлияет, к чему приведет и т. п.).

Шаг 7. Ранжирование факторов по степени их влияния в разрезе каждой группы факторов. По итогам данного шага в каждом разделе сверху будут самые значимые факторы, оказывающие на предприятие наибольшее влияние.

Шаг 8. Анализ итоговой таблицы, отбор факторов для SWOT-анализа.

По результатам выполнения PESTEL-анализа можно выделить:

- факторы с положительным типом влияния, которые влияют сейчас, продолжают свое влияние или будут влиять в будущем – это ВОЗМОЖНОСТИ для предприятия (соответствующий раздел SWOT-анализа);

- факторы, которые отрицательно влияют и продолжают влиять с постоянной значимостью или усилят влияние – УГРОЗЫ для предприятия (соответствующий раздел SWOT-анализа).

Для представления результатов PESTEL предлагается использовать форму, представленную в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Форма для проведения PESTEL-анализа

Факторы внешней среды	Характеристика влияния фактора				Влияние на компанию
	по времени	по типу	по динамике	относительная значимость фактора	
Р Политические					
Фактор 1.					
Фактор 2.					
Фактор....					
Е Экономические					
Фактор 1.					
Фактор 2.					
Фактор....					
S Социальные					
Т Технологические					
Е Экологические					
L Правовые					

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Вопросы-индикаторы для определения степени зависимости предприятия от конкурентных сил М. Портера

Конкурентная сила	Вопросы-индикаторы
Внутриотраслевая конкуренция	<ul style="list-style-type: none"> – Много ли игроков на рынке? – Какова структуры ранка? – Какими преимуществами обладают конкуренты? – Каков темп роста отрасли? – Имеются ли у игроков рынка уникальные (сложнокопируемые) конкурентные преимущества?
Угроза появления новых игроков на рынке	<ul style="list-style-type: none"> – Существуют ли входные барьеры, препятствующие появлению на рынке новых соперников? – Имеется ли на рынке предприятие с сильным узнаваемым брендом? – Высоки ли первоначальные вложения для выхода на рынок? – Велики ли затраты на переход на другие виды продукции? (затраты на переключение) – Труден ли доступ к каналам сбыта на рынке? – Имеются ли юридические ограничения для вхождения предприятия на рынок? – Имеются ли у действующих игроков рынка сильные уникальные конкурентные преимущества? (например, лицензии/патенты) – Регулируется ли данная отрасль органами власти в части ограничения количества участников?
Рыночная власть потребителей	<ul style="list-style-type: none"> – Могут ли потребители диктовать свои условия покупки и в какой мере? – У компании преимущественно крупные потребители или мелкие? – Какова доля крупных потребителей? – Легко ли потребителям совершить аналогичную покупку в другом месте? – Насколько потребитель информирован о продукте? (чем лучше потребитель информирован о продукте, тем более сильной является его позиция при переговорах с поставщиком)
Рыночная власть поставщиков	<ul style="list-style-type: none"> – Есть ли у предприятия альтернативные поставщики? – Высоки ли для предприятия издержки смены поставщика? – Как быстро предприятие может сменить поставщика? – Осуществляет ли поставщик прямую интеграцию? (производит ли продукцию для потребителей предприятия и продает ее им?)
Угроза появления продуктов субститутов (заменителей)	<ul style="list-style-type: none"> – Легко ли можно заменить товар или услугу компании другим товаром или услугой? – Субститут способен полностью или частично заменить товар/услугу компании? – Значительно ли отличается субститут в лучшую сторону?

Продолжение приложения В

После анализа ответов на вопросы-индикаторы приводится таблица с описанием каждой конкурентной силы и степени ее влияния на предприятие (балл от 1 до 6)

Конкурентная сила	Оценка степени влияния (балл)	Описание характера влияния конкурентной силы
Внутриотраслевая конкуренция		
Угроза появления новых игроков на рынке		
Рыночная власть потребителей		
Рыночная власть поставщиков		
Угроза появления продуктов-субститутов (заменителей)		

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Алгоритм выделения и оценки ключевых факторов успеха (КФУ)

Шаг 1. Идентификация ключевых факторов успеха (не более 5–6 факторов). Рекомендуется использовать табличную форму представления КФУ.

Что хотят получить клиенты?	Как компании выживают в конкурентной борьбе?	Ключевые факторы успеха

Шаг 2. Оценка текущего положения предприятия в сравнении с основными конкурентами (не более 5–6 конкурентов). Для оценки положения компании по КФУ в сравнении с основными конкурентами рекомендуется использовать табличную форму.

	Конкурент 1	Конкурент 2	Конкурент 3	...	Конкурент ...
КФУ-1	++	+	–	...	–
КФУ-2	+	++	+++	...	+
...
КФУ- ...	+++	–	++	...	–

Оценка конкурентов может проводиться по субъективной шкале с использованием следующих обозначений:

+++ фактор присутствует в высокой степени;

++ фактор присутствует в средней степени;

– фактор отсутствует.

Результаты оценки КФУ находят отражение в сильных и слабых сторонах компании в матрице SWOT. При этом сильные и слабые стороны в матрице SWOT могут также включать и другие элементы.

Учебное издание

Системный анализ

Методические указания для практических занятий

Составитель:

Карпушенко Инна Степановна

Редактор *Р.А. Никифорова*

Компьютерная верстка *И.С. Карпушенко*

Подписано к печати 20.06.2024. Формат 60x90^{1/16}. Усл. печ. листов 2,6.
Уч.-изд. листов 3,1. Тираж 30 экз. Заказ № 157.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,