



Министерство образования
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра менеджмента

В. А. Дехтяренко

**СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ
В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ**

Учебно-методическое пособие

Минск
БНТУ
2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра менеджмента

В. А. Дехтяренко

СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Учебно-методическое пособие
для студентов дневной и заочной форм обучения
специальностей 1-26 02 02 «Менеджмент» (по направлениям),
1-25 01 08 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит»

Минск
БНТУ
2013

УДК 005.334(075.8)
ББК 65.290-2я7
Д39

Рецензенты:
Г. И. Олехнович, А. В. Ковалёв

Дехтяренко, В. А.
Д39 Системное мышление в управлении организациями : учебно-методическое пособие для студентов дневной и заочной форм обучения специальностей 1-26 02 02 «Менеджмент» (по направлениям), 1-25 01 08 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» / В. А. Дехтяренко. – Минск : БНТУ, 2013. – 178 с.
ISBN 978-985-550-175-7.

Пособие разработано в соответствии с учебной программой дисциплины «Управление организацией. Стратегический менеджмент. Менеджмент риска» для студентов дневной и заочной форм обучения по специальностям 1-26 02 02 «Менеджмент» (по направлениям), 1-25 01 08 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» и содержит учебный и учебно-практический материал по разделу «Системное мышление менеджера» указанной дисциплины. Издание поможет студентам и магистрантам приобрести теоретические знания и практические навыки по основным темам системного мышления: этапы развития системной методологии, категориальный базис системного мышления (включая основные понятия, анализ классификаций систем и классификации связей), методы обращения с проблемами и принципы системного мышления.

УДК 005.334(075.8)
ББК 65.290-2я7

ISBN 978-985-550-175-7

© Дехтяренко В. А., 2013
© Белорусский национальный
технический университет, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ХРОНОЛОГИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМНЫХ ИДЕЙ	7
1.1. Формирование системных идей с античных времен до середины XX века	7
1.2. Современные тенденции и результаты в области системных исследований	11
ГЛАВА 2. КАТЕГОРИАЛЬНЫЙ БАЗИС СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ	17
2.1. Сущность системного мышления	17
2.2. Основные понятия системного мышления	27
2.3. Классификация систем	39
2.4. Классификация связей	63
ГЛАВА 3. ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ	78
ГЛАВА 4. МЕТОДЫ ОБРАЩЕНИЯ С ПРОБЛЕМАМИ	128
Вводные замечания	128
4.1. Анализ понятий «проблемная ситуация» и «проблема»	129
4.2. Анализ проблемных ситуаций	135
4.3. Анализ причин возникновения проблемных ситуаций	143
4.4. Типология проблем	160
4.5. Методы обращения с проблемами	165
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	174
ЛИТЕРАТУРА	175

ВВЕДЕНИЕ

Среди важнейших достижений XX века особое место занимает разработка и внедрение высокоэффективных информационных технологий в различных областях деятельности: в промышленности, в сфере коммуникаций, искусстве, военном деле, образовании и т.д.

XXI век характеризуется новыми вызовами, условиями, требованиями и устремлениями внешней среды, существенно затрудняющими функционирование любых целенаправленных систем: промышленных, сельскохозяйственных и транспортных предприятий, учебных, воспитательных, научных, военных учреждений, др.

Современные условия и вызовы внешней среды (прежде всего, рынка) характеризуются:

- нестабильностью рынков капитала, труда, природных ресурсов;
- ускорением темпов сменяемости характеристик товаров и услуг, что ведет к сокращению их жизненного цикла и возникновению дополнительных проблем с окупаемостью затрат;
- слабо прогнозируемыми кризисными явлениями в мировой экономике и распространением их негативных последствий на всех участников международного разделения труда;
- растущим уровнем дефицита природных ресурсов (по их видам и требуемым объемам);
- нестабильностью (и, часто, спонтанностью) природно-естественных процессов и явлений;
- ужесточением конкурентной борьбы;
- усложнением продукции, что ведет к росту сложности технологий производства и эксплуатации;
- усилением демографических проблем (рождаемость, смертность, продолжительность жизни, неравномерный рост численности населения по странам, регионам, др.);
- усилением социальных проблем (условия жизнеобеспечения, качества жизни, миграционные процессы, этнические и межконфессиональные проблемы, др.);
- ростом поведенческой динамики потребителей (изменение норм потребления, предпочтений, сервисных требований, др.).

Из сказанного следует, что лицо, принимающее решение (ЛПР) (проектировщик, менеджер), вынуждено принимать решения в условиях: неопределенности; наличия не только явных, но и скрытых

связей; слабой прогнозируемости последствий принимаемых решений; стечения случайных событий и обстоятельств; неизвестности или неоднозначности причин возникающих проблемных ситуаций; появления качественно новых, не встречавшихся ранее проблем.

Следовательно, традиционное мышление, основанное на однозначности причинно-следственных отношений, должно быть заменено другим (или трансформируемым в другой) типом мышления, релевантным выше рассмотренным условиям.

Перефразируя высказывание А. Эйнштейна, отметим, что «*нельзя решить новые проблемы старыми методами*», ибо это приводит не к решению этих проблем, а к порождению новых, еще более сложных проблем».

Начиная со второй половины XX века усилиями философов, мыслителей, а в последующем и специалистов в области естествознания, медицины, инженерных и формальных наук (логики, математики) сформировалось новое направление научной мысли, которое кратко именуется *наукой о системах* – системология.

В системологии находят отражение и используются результаты, полученные в кибернетике, системной подходе, системном анализе, в многочисленных вариантах построения общей теории систем и параметрических теорий систем, системотехнике, теории принятия многокритериальных решений, др.

Основной постулат системологии можно выразить так: мир системен, т.е. объекты, события, процессы и явления в окружающем нас мире взаимосвязаны, взаимозависимы и, следовательно, взаимодействуют. Другими словами: «все обусловлено всем» или (по Анаксагору, античный философ около 500–480 гг. до н.э.): «все во всем и из всего – все».

Вывод: если мир системен, то и мыслить необходимо системно.

В данной работе осуществлена попытка краткого изложения концепции системного мышления.

В четырех главах последовательно изложены: краткая история развития системного мировоззрения, основные понятия системного мышления, принципы системного мышления и методы и средства преодоления проблем.

В каждой главе приведены темы рефератов и вопросы для самоконтроля знаний.

Основная цель дисциплины – развить у обучающихся умение системно мыслить при решении сложных проблем, возникающих в процессе целенаправленной профессиональной деятельности.

Для достижения данной цели обучающиеся должны приобрести знания в области:

- логико-методологических основ системного мышления;
- ноу-хау системного мышления (методики, процедуры, алгоритмы, тренинги).

В практическом аспекте освоение основ системного мышления, а также соответствующих инструментальных средств, позволит специалисту в той или иной области деятельности профессионально решать задачи анализа проблемных ситуаций, формулирования проблем и нахождения способов их решения с учетом специфики конкретной внешней среды и прогнозных тенденций ее развития.

В результате изучения дисциплины необходимо:

– *знать* историко-гносеологические аспекты развития системного мышления; понятийный аппарат системного мышления; основные законы, методы и принципы системного мышления; методы и способы формирования и преодоления проблем; алгоритмические основы построения систем, решающих управленческие проблемы;

– *уметь* творчески применять теоретические знания и инструментальные средства системного мышления в практической деятельности, связанной с проектированием и управлением сложными объектами;

– формировать множества допустимых решений сформулированной проблемы; оценивать эффективность решений по многим оценочным показателям (многокритериальная оценка); выбирать наилучшее (рациональное, оптимальное) решение конкретной проблемы.

Данная работа будет полезна для студентов старших курсов, обучающихся по управленческим и инженерным специальностям, научным работникам, а также специалистам и руководителям предприятий.

В заключение автор выражает искреннюю признательность и благодарность А.И. Уёмову, У. Черчмену, В.Н. Садовскому, Р.Л. Акоффу, Дж. Надлеру, Л. Заде, А.И. Ивановскому, А.М. Широкову, с которыми посчастливилось работать в разные годы и некоторые системные идеи которых автор в меру своих сил развивает.

Автор также благодарен профессору В.Ф. Володько и всему коллективу кафедры менеджмента за поддержку и организационную помощь.

ГЛАВА 1. ХРОНОЛОГИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМНЫХ ИДЕЙ

1.1. Формирование системных идей с античных времен до середины XX века

«Всё во всём, из всего – всё».
Анаксагор,
античный философ

Развитие системных идей имеет многовековую историю, начиная с работ древних мыслителей и до наших дней.

Анаксагор (около 500–428 гг. до н.э., античный философ). В своих трудах сформулировал и широко использовал два постулата: «Всё во всём» и «Из всего – всё». Эти постулаты послужили в последующих периодах времени отправными точками развития системных идей, концепций и принципов.

Демокрит из Абдер (около 470–360 гг. до н.э.), древнегреческий мыслитель и философ. Обосновал идею атомного строения сущего и взаимосвязей в окружающем мире. Обращал внимание на такие свойства сущего, как гармония, симметрия и естественные причины явлений.

Марк Туллий Цицерон (106–43 гг. до н.э.), древнеримский философ и оратор. Подчеркивал, что элементы мироздания связаны между собой и представляют единое целое. В трактате «О природе богов» писал: «...достойно восхищения больше всего то, что мир так устойчив и представляет собой неразрывное целое, настолько приспособленное к сохранению своего существования, что более приспособленного невозможно и вообразить себе».

Эпикур (341–270 гг. до н.э.), греческий философ-материалист и атеист. Применял и использовал понятие «система» для понимания сути мирового порядка, всеобщей организованности окружающего мира.

Аристотель (384–322 гг. до н.э.), великий древнегреческий философ. Систематизировал накопленные античным миром знания и впервые создал на основе систематизации философскую систему, охватывающую и объясняющую сущность мироздания. Составляющей частью мироздания Аристотеля явилось учение о космосе,

понимаемого им как «гармония» и «порядок», при этом основное внимание уделялось не генетическому, а структурному пониманию окружающего мира.

В период средневековья интеллектуальная работа просветителей, философов и теологов выразилась в выработке и анализе таких категорий как: «целое», «часть» и «целостность». Схоластические споры и диспуты, направленные на систематизацию христианского учения с помощью этих категорий, ощутимых результатов не принесли, однако в эпоху Возрождения способствовали гносеологическому (познавательному) осмыслению целостности. Основные системные идеи этой эпохи сводились к пониманию единства и целостности окружающего мира. Философские доктрины, а также художественные полотна и сюжеты вселенского типа, раскрывают суть системного видения мира. Начиная с XVIII века в философских и научных работах исследователей органического и неорганического мира (астрономов, мореплавателей, землеоткрывателей, картографов, исследователей флоры и фауны) осуществляются попытки более четко охарактеризовать понятие «система», и что особенно важно, адаптировать и использовать его к конкретным областям знаний.

Иммануил Кант (1724–1804) *немецкий философ и естествоиспытатель*. В гносеологическом смысле под «системой» понимал единство многообразных знаний, связанных общей идеей. Близкой точкой зрения придерживался и **И. Г. Фихте** (1762–1814), признававший системность научного знания (прежде всего по форме, а не по содержанию), способствовавшей формированию системы «наука о науке». И. Г. Фихте разработал также проект устройства немецкого общества в форме «замкнутого торгового государства».

Георг Гегель (1770–1831). Система как философская теория не была у Г. Гегеля предметом первостепенного изучения. Вместе с тем, он четко понимал «систему» как развивающуюся внутри себя целостность, связывал системность с самодвижением, применял эту категорию к объектам природы, общества и к знанию.

Карл Маркс (1818–1883). Его заслуга в развитии идеи системности заключается в том, что ее (системность) начали рассматривать с позиции материализма. Система стала полноценным явлением окружающей природы, общества и человеческого мышления. К. Маркс был первым философом, который создал целостную сис-

тему знаний об обществе, где системность становится системным подходом, методом научного познания.

Фридрих Энгельс (1820–1895). В работах «*Анти – Дюринг*», «*Диалектика природы*», «*Людвиг Фейербах и конец классической немецкой философии*» сформулировал важнейшие положения системного мировоззрения, включая: представление о мире как о бесконечно большой, вечной, неоднородной и саморазвивающейся системе; наличие всеобщей объективной взаимосвязи и взаимообусловленности в природе; обоснование идеи организации как на уровне природы, так и на уровне общества; рассмотрение взаимодействия между элементами на базе механизма притяжения и отталкивания; круговорот материи как формы всеобщего взаимодействия и направленного развития; положение о критических точках, в которых происходит перестройка объектов и переход их от одного качества к другому.

Владимир Ильич Ленин (1870–1924) мыслитель, продолжатель революционного учения К. Маркса и Ф. Энгельса, крупнейший политик XX века. В «*Философских тетрадах*» отмечал, что отражение, как всеобщее свойство материи, является объективной основой процесса системного познания человеческой реальной действительности. Исследовал сущность мышления, прежде всего, логического, и его законы. Отмечал, что логические законы, являющиеся отражением законов материального мира, позволяют лучше понимать общие закономерности бытия.

Важно отметить, что системное мировоззрение формировалось под воздействием не только философских учений, но и под влиянием развития естественнонаучных знаний:

- **В области астрономии (космологии)**

Н. Коперник (1473–1543), разработал космологическую систему, изложенную в работе «*Об обращении небесных сфер*». На основе данных астрономических наблюдений сделал вывод, что геоцентрическая система Птолемея неверна и должна быть заменена гелиоцентрической. В развитии нового системного видения Вселенной значительную роль сыграли немецкий ученый **И. Кеплер (1571–1630)**, установивший законы движения планет вокруг солнца, а также итальянский ученый **Г. Галилей (1564–1642)** открывший спутники Юпитера и защищавший перед инквизицией истину – вращение Земли. Значительный вклад в системность космологии

внес **Д. Бруно** (1548–1600), утверждавший что космос – это система систем. Благодаря Д. Бруно утвердилась концепция бесконечности Вселенной и бесчисленного количества миров. **П. С. Лаплас** (1749–1827) в своих трактатах разработал основы небесной механики, обосновал возникновение Солнечной системы из первичной туманности, состоявшей из раскаленного газа и простиравшейся далеко за пределы самой дальней планеты.

- **В области физики и строения вещества**

Понимание атома стало системным благодаря **Э. Резерфорду** (1871–1937). Он предложил концепцию планетарного строения атома, когда вокруг позитивно заряженного ядра вращаются негативно зараженные электроны. Концепция получила уточнения в работах датского физика **Н. Бора** (1885–1962), который обнаружил дуализм электрона, выступающего в виде частицы и волны. Позже **В. К. Гейзенбергом** (1901–1976) была заложена целая наука – квантовая механика, объяснявшая движение электрона в атоме. Сформулировал принцип неопределенности.

- **В области химии**

Революционным прорывом в области строения вещества явилось открытие в 1869г. **Д. И. Менделеевым** (1834–1907) периодической системы элементов. В работе «Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве» ученый заложил принципиально новый подход к пониманию системности как всеобщего и основополагающего принципа материи. Дальнейшее развитие науки привело к построению модели атома как системы, а также так называемых элементарных частиц, которые сами оказались довольно сложными системами.

- **В области биологии**

Анализируя господствовавшие на протяжении более полутора тысяч лет взгляды **К. Галена** (около 200–130 гг. до н. э.) о том, что артериальная кровь «разносит движение, тепло и жизнь» и венозная – «питает организм», **В. Гарвей** (1578–1657) в 1616 г. описал систему кровообращения именно как систему. В свою очередь, **Антони Ван Левенгук** (1632–1723) посредством наблюдений через усовершенствованный им микроскоп обнаружил мир микроорганизмов, что, несомненно, внесло важный вклад в понимание *среды системы*.

- **В области флоры и фауны**

Карл Линней (1707–1778) систематизировал весь растительный и животный мир Земли. Он не сделал выдающихся открытий ни в ботанике, ни в зоологии, но предложил систему научного наименования растений и животных. Показательно название одного из его трудов – «Система природы». Системность К. Линнея – это системность не только природы, но и способов ее видения, т.е. его системность носит методологический характер. **Жан Батист Ламарк** (1744–1829) аргументировал изменения растений и низших животных под воздействием окружающей среды, которые приобретают ту или иную форму и свойства.

Выдающийся английский ученый **Чарлз Дарвин** (1809–1882) на основе разнообразных фактов создал концепцию, которая объяснила происхождение видов благодаря естественному отбору, согласно которому выживают и оставляют потомство наиболее приспособленные к существующим условиям особи. В своей книге «Происхождение видов» он осмысливает влияние среды на организмы, процессы естественного отбора, адаптации и эволюции.

1.2. Современные тенденции и результаты в области системных исследований

Начиная с 30-х годов XX века и до настоящего времени в системных исследованиях произошел (и происходит) качественный революционный прорыв, заключающийся, прежде всего, в том, что развиваются дескриптивные (описательные) и прескриптивные (формальные, логико-математические) концепции и теории систем, многие из которых успешно используются в практической проектной и управленческой деятельности.

Кратко охарактеризуем основные результаты в области системологии.

А.А. Богданов (*настоящая фамилия – Малиновский, 1873–1928*) – русский философ, экономист, политический деятель, ученый, естествоиспытатель, врач по образованию. В 1912 г. разработал первый вариант общей теории систем, названной им «Всеобщая организационная наука: тектология».

Тектология А.А. Богданова – это общая теория организации и дезорганизации, наука об универсальных типах и закономерностей

структурного преобразования любых систем. Основная идея тектологии состоит в тождественности организации систем разных уровней: от микромира до биологических и социальных систем. Относительно социальных систем А.А. Богданов считал, что любая человеческая деятельность объективно является организующей или дезорганизующей. Он полагал, что дезорганизация – это частный случай организации. По А.А. Богданову, борьба организационных форм происходит постоянно (неважно, идет ли речь об экономике, политике, культуре или идеологии) и выживает та система, в которой организационная форма (включающая материальные, людские, интеллектуальные ресурсы) находится на более высоком уровне по сравнению с иными. А.А. Богданов внес заметный вклад в становление и развитие науки управления, полагая, что человеческий потенциал является важнейшим фактором успеха в процессе функционирования системы. Он одним из первых в мире ввел понятие системности и утверждал, что состояние системы определяется равновесием противоположностей. Также А.А. Богданов выделил три вида систем: организованные, неорганизованные, нейтральные. В каждой системе он различал два вида закономерностей: *формирующие* (т.е. закономерности развития, приводящие к переходу системы в другое качество) и *регулирующие* (т.е. закономерности функционирования, способствующие стабилизации нынешнего состояния системы). В своей теории А.А. Богданов ввел ряд новых понятий, характеризующих этапы развития различных систем:

– термин «комплексия» употреблялся для обозначения ситуации, когда система представляет собой чисто механическое объединение элементов, между которыми еще не начались процессы взаимодействия. Это характерно для случаев, когда, скажем, предприниматель начинает создавать организацию (набрал кадры, закупил технику, арендовал помещение и т.д.), но она еще не функционирует;

– термин «конъюгация» означает уже такой этап развития системы, когда начинается сотрудничество между ее отдельными элементами (например, работники установили между собой формальные и неформальные отношения);

– термин «ингрессия» выражает этап перехода системы к новому качеству (например, рост сплоченности, взаимопонимания, сработанности коллектива), а понятие «дезингрессия», наоборот, означает процесс деградации системы, ее распада как целостного объединения.

В заключение отметим, что системные идеи А.А. Богданова внесли безусловный вклад в дальнейшее развитие теории систем, хотя на практике и не нашли широкого применения.

Второй (после А.А. Богданова) вариант теории систем предложил в 30–40-х годах XX века австрийский биолог и философ **Людвиг фон Берталанфи** (1901–1972). В своей теории Л. Берталанфи заложил основы концепции организмического подхода к организационным динамическим системам, обладающих свойством эквифинальности, т.е. способностью достигать цели, не зависимо от начальных условий. Л. Берталанфи развил и концептуально обобщил принципы целостности, организации и изоморфизма. Он достаточно четко сформулировал проблемы построения общей теории систем. Он полагал, что, *во-первых*, необходимо сформулировать общие принципы и законы поведения систем безотносительно к их специфике; *во-вторых*, необходимо заложить основы для синтеза научного знания в результате выявления изоморфизма законов, относящихся к разным сферам деятельности. Теория Л. Берталанфи приобрела достаточно широкое распространение в мире и нашла многочисленных своих последователей.

Концепция разработки и развития общей теории систем (ОТС) представлялась Л. Берталанфи в виде ОТС в *широком* и *узком* смыслах.

ОТС (в широком смысле) в представлении Л. Берталанфи включает:

– теоретическую компоненту (*кибернетика, теория игр, теория информации, теория решений, теория графов, топология, факторный анализ*);

– прикладную составляющую (*системотехника, исследование операций, инженерная психология*).

В *узком* смысле ОТС включает системные исследования в конкретных областях: физике, химии, биологии, психологии, социологии, медицине, инженерных науках, математике.

Значительный теоретический вклад в развитие ОТС внесли такие зарубежные ученые, как Р. Акофф, О. Ланге, Р. Мертон, М. Месарович, Т. Парсонс, У. Росс Эшби, Дж. ван Гиг, С. Оптнер, Д. Клиланд, а также отечественные ученые В.Г. Афанасьев, В.М. Глушков, В.П. Кузьмин, Ю.Г. Марков, И.Б. Новик, Л.А. Петрушенко, В.Н. Садовский, М.И. Сетров, В.С. Тюхтин, А.И. Уемов, Э.Г. Юдин и другие.

В целом, направления развития системных идей можно представить в виде табл. 1.1.

Таблица 1.1

Развитие системных идей

Направления системных исследований	Вклад ученых
Теоретические направления развития системных концепций	
Теория систем	А.А. Богданов, Л. фон Берталанфи, Дж. ван Гиг, М. Месарович, В.Г. Афанасьев, А.И. Уемов, Ю.А. Урманцев и др.
Системный подход	И.В. Блауберг, Э.Г. Юдин, В.С. Тюхтин, С.П. Никаноров, Э. Квейд, С. Янг и др.
Системология	И.Б. Новик, В.Т. Кулик, Б.С. Флейшман и др.
Системный анализ	С. Оптнер, Д. Клиланд, В. Кинг, Н.Н. Моисеев, Ю.И. Черняк, Е.П. Голубков, Ф.И. Перегудов, В.Н. Сагатовский, В.З. Ямпольский, В.Н. Волкова, А.А. Денисов, А.А. Емельянов и др.
Системное мышление	Р. Акофф, Дж. Гараедаги, У. Детмер, Р. Клир, З. Миколайчик, Дж. О'Коннор, У. Черчмен, П. Сенге, А.Н. Аверьянов, Д. Медоуз, А.П. Хилькевич, Ю.Н. Лапыгин, Д. Надлер и др.
Системотехника	Г. Гуд, Р. Макол, Ф.Е. Темников, В.И. Николаев, А. Холл, Г. Честнат, В.В. Дружинин, Д.С. Конторов и др.
Кибернетика	Н. Винер, У.Р. Эшби, А.И. Берг, Л.П. Крайзмер, Л.Т. Кузин, Л.А. Растринин, Н.Е. Кобринский, Е.З. Майминас, С. Бир и др.
Исследование операций	У. Черчмен, Р. Акофф, М. Сасени, Т. Саати, Е.С. Вентцель и др.
Системные исследования по отраслям знаний	
Социология и политология	В.Г. Афанасьев, Р. Мертон, Т. Парсонс, П.А. Сорокин, М. Вебер, С.Н. Паркинсон и др.
Управление	Р. Акофф, В.Г. Афанасьев, В.М. Глушков, А.Г. Агангбьян, А.А. Богданов, Ф. Котлер, Ф.Б. Гилбрет, Э.М. Гилбрет, А. Маслоу, Г. Минцберг, Д.Э. Мэйо, М. Портер, Д.Д. Томпсон, А. Файоль, Г. Форд, Д.Р. Форрестер и др.

Направления системных исследований	Вклад ученых
Экономика	А. Смит, Д.М. Кейнс, В. Леонтьев, Н.Н. Моисеев, А.Н. Косыгин, Д.К. Гэлбрейт и др.
Психология	П.А. Анохин, А.А. Леонтьев, А.Р. Лурий и др.
Медицина и биология	Н.И. Амосов, И.И. Пригожин, Д. Макгрегор, Б. М. Миллер и др.
Инженерные науки	С. Королев, А.И. Кухтенко и др.
Физика	А. Сахаров, К. Капица, Ж. И. Алферов и др.

В последние годы в рамках системных исследований успешно развивается новое направление, именуемое системным мышлением. Это направление в научной литературе встречается также под названиями «целостное», «холистическое», «контурное», «концептуальное», «мышление полного спектра».

Наиболее значимый вклад в развитие системного мышления внесли такие последователи Р. Акоффа, У. Черчмена, П.К. Анохина как Дж. О'Коннор, Дж. Гараедаги, П. Сенге, Д. Медоуз, А.П. Хилькевич, Ю.Н. Лапыгин, Д. Надлер, др.

Темы рефератов, статей

1. Системность и ее роль в науке и практике.
2. Характеристика основных этапов становления и развития системного подхода.
3. Предмет, цели и подходы к разработке общей теории систем.
4. Тектология А.А. Богданова: сущность, основные идеи и положения.
5. Вклад Л. Берталанфи в общую теорию систем.
6. Применение теории систем в различных областях науки и практики.
7. Роль системного подхода в практической деятельности людей.
8. Эволюция системных идей.
9. Анализ современных тенденций развития системных исследований.
10. Системное понимание общества.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Каковы социальные и научно-методологические предпосылки возникновения теории систем?
2. Дайте характеристику основных этапов возникновения и развития теории систем.
3. Какой вклад в становление системных идей внесла философия?
4. Дайте характеристику основным источникам системных представлений.
5. Кто является основоположником общей теории систем? Каковы его основные идеи?
6. Какие этапы в своем развитии прошла теория систем?
7. Каковы функции системного подхода в обществе?
8. Каковы основные специфические признаки общества как системы?
9. Какой вклад в развитие системных идей внесли советские, белорусские и российские исследователи?

ГЛАВА 2. КАТЕГОРИАЛЬНЫЙ БАЗИС СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ

*«Без изменения способа мышления
мы не в состоянии решить проблемы,
созданные современным образом мышления».*
Альберт Эйнштейн

2.1. Сущность системного мышления

Понятие «системное мышление» (СМ) сложное, многоаспектное и многогранное. Поэтому попытка дать этому понятию полное, единственно верное определение (дефиницию) приводит к чрезмерному обобщению отличительных характеристик системного мышления, не раскрывающего в полной мере его многостороннюю сущность¹.

Исходя из сказанного, рассмотрим различные аспекты и характеристики СМ.

1. СМ – это концепция (система взглядов, установок), способствующая формулированию и преодолению проблем, порождаемых растущей сложностью взаимосвязанных систем, процессов и событий в окружающей мире.

2. Исходные посылки системного мышления:

– мир системен (целостный), следовательно, для его познания мышление тоже должно быть системным;

– главная особенность окружающего мира – его возрастающая сложность, порождаемая глобализацией и, как следствие, взаимозависимостью событий и процессов в экономике, природной среде, политике и морали.

Рост сложности приводит к тому, что детерминированный подход к познанию и управлению текущими и будущими событиями и процессами теряет свою всеобщую универсальность из-за возрастающей роли случайных, слабопрогнозируемых событий.

В этих условиях системное мышление призвано помочь обеспечить сохранение целостности системы.

¹ Заметим, что понятие СМ включает понятия «система» и «мышление», каждому из которых тоже невозможно, да и не нужно, дать «всеохватывающее» единственно корректное определение.

Для сохранения своей целостности любая целенаправленная система (семья, предприятие, страна, др.) должна обладать такими взаимосвязанными свойствами как: развитие → способность к изменениям → действие → противодействие.

3. СМ позволяет увидеть *скрытые связи и закономерности*, которые участвуют в управлении происходящими событиями. В итоге у исследователя появляется возможность не только влиять и управлять текущими событиями, но и прогнозировать развитие событий в будущем, следовательно, заблаговременно воздействовать на условия и факторы их возникновения.

4. СМ систематизирует, упорядочивает и, таким образом, упрощает решение следующих задач:

- а) формулирование проблемы (постановка задачи);
- б) выявление и анализ *условий*, при которых проблема существует;
- в) конкретизация области поиска ответа на вопрос: «что делать, как решать проблему?»;
- г) разработка *системы*, функциями которой являются выбор *методов и средств* решения проблемы.

5. СМ помогает не только решать проблемы, но и (что особенно важно) изменяет само мышление, которое многие проблемы и порождает.

6. СМ помогает найти оптимальную точку (*рычаг*), воздействуя на которую проблема решается легче, быстрее и, главное, качественнее.

7. СМ дополняет и развивает основные идеи и положения системного анализа и синтеза, однако если в системном анализе центральным вопросом является «*что* система в себя включает, из чего она состоит?», а в системном синтезе «*как* система работает?», то в СМ ищутся ответы на вопросы «*почему*, благодаря чему, вопреки чему в системе происходит (или не происходит, или не должно происходить) то или иное событие или процесс?», «почему система работает так, а не иначе?». Другими словами, СМ фокусирует внимание на *понимании* объекта.

8. СМ помогает решать задачи выживаемости (т.е. сохранения целостности) системы в быстротекущих, быстроизменяющихся и слабопрогнозируемых условиях. Эти условия предопределяются: ростом темпов создания и использования научно-технических достижений в проектировании, производстве, сфере обслуживания,

коммуникации и управления; ростом и низким уровнем предсказуемости кризисных явлений и событий в политике, экономике, морали и нравственности; истощением источников природных ресурсов; ухудшением среды обитания из-за природных и экологических проблем; турбулентностью поведения потребителей, др.

9. СМ направлено на выявление и анализ связей исследуемого объекта: а) с внешней средой, в которой объект функционирует и б) связей между элементами (частями) самого объекта (именно в *такой* последовательности: а → б). Кроме того (и прежде всего!), системное мышление концентрирует внимание на анализе *взаимодействия* связей. Именно взаимодействие связей порождает эмерджентные свойства системы.

10. СМ акцентирует внимание на единстве и взаимодополнении задач анализа и синтеза исследуемого объекта. Анализ направлен на выяснение структуры объекта (например, путем декомпозиции целого на части), а при синтезе решается задача формирования интегральных (эмерджентных) свойств целого с использованием результатов анализа. Отсюда следует, что *анализ без синтеза бессмыслен* (не нужен), а *синтез без анализа невозможен*.

Единство и взаимодополнение задач анализа и синтеза хорошо иллюстрируется высказыванием: «Монету можно рассматривать с двух сторон (орел и решка), но эти стороны нельзя разделить».

11. СМ – это, с одной стороны, генетически передаваемое качество умственной деятельности, природный дар, а с другой стороны, это приобретаемое, тренируемое, развиваемое и воспитываемое свойство¹.

¹ Например, далеко не все музыканты гениальны от природы, но развить музыкальные способности до профессионального уровня можно при соответствующем мастерстве учителя, с одной стороны, и, с другой стороны, при заинтересованности, мотивации, трудолюбии и наличии некоторого уровня предрасположенности (способности) обучающегося. Другой «музыкальный» пример: слушатель, любящий и умеющий слушать, понимать и интерпретировать симфоническую музыку, воспринимает *звучание оркестра*, а не звучание определенных инструментов в какой-то последовательности и тональности (это прерогатива дирижера). Действительно, слушая, например, Девятую симфонию Л. фон Бетховена, именно оркестр передает тему «Жизнь – это борьба».

12. СМ представляет собой концептуальную рамку, совокупность развитых за последние пятьдесят лет знаний и инструментов, которые предназначены для более легкого восприятия целостности явления, что должно помочь в достижении изменений [22].

13. СМ помогает идентифицировать, анализировать и устранять «узкие места», лимитирующие и ограничивающие рост и развитие системы.

«Узкими местами» могут быть собственно элементы системы, свойства элементов, связи и их характеристики (направленность, мощность, устойчивость, др.) или неудовлетворительное качество взаимодействия связей во времени и пространстве. Выявление и анализ «узких мест» является одним из практически полезных и эффективных подходов к формулированию проблем.

Причинно-следственный анализ «узких мест», а также оценка степени их влияния на достижение целей системы, позволяют определить приоритетность и способы преодоления каждого «узкого места».

14. Основная концептуальная установка системного мышления – целостно (системно, максимально полно) воспринимать и понимать окружающий мир, целостно осмысливать наблюдения, осознавать и познавать законы и закономерности материального и нематериального мира, научиться их использовать в своей деятельности при создании и управлении сложными системами.

15. Альтернативой системному мышлению является *предметное (аналитическое) мышление*, рассматривающее части объекта изолированно, без учета всех существенных связей между ними (внутренних и внешних)¹.

16. С помощью СМ решаются следующие классы задач:

– системный анализ проблемных ситуаций и установление причин их возникновения (т.е. формулирование проблем) в *функционирующей* системе;

¹ Вспомним притчу о том, как слепые анализировали слона. Один, потрогав хвост, сказал: «Это веревка». Другой, потрогав бивни, сказал: «Это палка». «Это шершавая колонна», – сказал третий, трогая ногу. «Нет, это стена», – сказал четвертый, трогая спину слона и т.д. В чем их ошибка? Они анализировали большую систему по частям (и это правильно), но они мыслили предметно, не системно, каждый делал вывод о всей системе только по одной части. Они приписывали свойства частей всей системе – и в этом их ошибка.

– анализ, оценка и выбор *метода обращения* (устранения, преодоления, др.) с каждой из сформулированных *проблем*;

– системный синтез (проектирование) *вновь создаваемой системы* (организации). Грамотное решение этой задачи позволяет избежать многих проблем (иногда трудно устраняемых), которые могут возникнуть на последующих стадиях функционирования, модернизации или утилизации системы.

17. С позиции СМ решение проблемы реализуется не по некоторым однозначно заданным этапам, а в *итерационном режиме*. Это означает, что, с одной стороны, информация, полученная на одном этапе, является входной для последующего этапа, а с другой стороны, может быть полезной (или необходимой) для уточнения и дополнения информации, полученной на предыдущем этапе.

18. СМ основывается, безусловно, на фундаментальных положениях диалектического материализма, в том числе и на универсальности причинно-следственных отношений. Однако, исходя из сущности СМ, не все события и процессы в окружающем мире можно объяснить (и, следовательно, понять) с помощью этих отношений. Например:

а) проявление случайных событий, возникающих в результате стечения внешних неуправляемых обстоятельств;

б) причинно-следственными отношениями трудно объясняется тот факт, что в одних обстоятельствах или условиях событие А является следствием события Б (т.е. $B \rightarrow A$), а в других условиях Б является следствием А (т.е. $A \rightarrow B$).

Таким образом, СМ направлено не только на изучение причинно-обусловленных, но и случайных событий¹.

19. В СМ реализуются идеи динамического (интерактивного по [17]) моделирования, суть которого заключается в том, что для исследуемого объекта разрабатывается не единственная модель (пусть сколь угодно полная), а *множество моделей*, каждая из которых отражает те параметры и свойства объекта, которые описывают объект *на каждой конкретной стадии* его развития.

Пример из практики проектирования сложных технических систем (СТС). Стадии проектирования СТС и перечень проектных работ на каждой стадии нормативно определены: техническое задание (ТЗ), техническое предложение (ТП), эскизный проект (ЭП), техни-

¹ В этом случае говорят, что СМ – это методология управления хаосом.

ческий проект (ТехнП) и рабочий проект (РП) СТС. В ТЗ описывается исходная модель ($M_{ТЗ}$) изделия на уровне требуемых основных эксплуатационных параметров. В процессе разработки ТП на основе $M_{ТЗ}$ создается новая модель $M_{ТП}$. На следующей стадии ЭП модель $M_{ТП}$ «развертывается» в модель $M_{ЭП}$ и т.д. (см. рис. 2. 1).

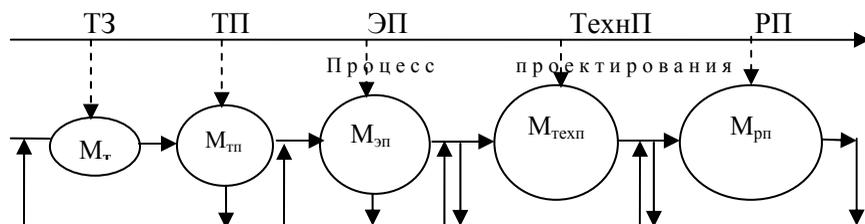


Рис. 2.1. Интерактивный процесс «развертывания» моделей в соответствии со стадиями проектирования СТС

Процесс создания (проектирования) социально-экономических систем (СЭС) включает эти же этапы, сформулированные в более общем виде и без строгой их регламентации. Это связано с тем, что каждая конкретная СЭС – это «штучный товар», создаваемый каждый раз в новых условиях. При этом продукт (товар, услуги) должен быть дифференцирован в соответствии с требованиями конкретных рынков и категорий потребителей.

20. СМ ориентировано на решение проблем *по слабым сигналам* и позволяет реализовать и использовать преимущества управления по этим сигналам¹.

Слабые сигналы об изменениях в среде функционирования (как во внешней, так и во внутренней) означают, что информация об изменениях, в общем случае, неточная, недостаточная, неоднозначная, противоречивая или количественно не измеримая².

¹ Термин «управление по слабым сигналам» впервые использовал И. Ансофф [14].

² Хорошей иллюстрацией принятия решений по слабым сигналам является поведение профессиональных игроков на фондовых рынках, в том числе, быстрота реагирования на, казалось бы, незначительные изменения политической, законодательной, экономической ситуаций в отдельных отраслях и странах.

Основными факторами, порождающими слабые сигналы о происходящих и грядущих событиях, являются:

- нестабильность развития макроэкономических процессов в мировой и национальных экономиках;

- возрастающие темпы изменений в высоко технологичных отраслях;

- слабая прогнозируемость изменений в природно-естественной среде;

- быстрая сменяемость технологических новшеств и, как следствие, сокращение сроков эксплуатации средств труда и ускорение темпов морального износа второго рода;

- нестабильность потребительского поведения (изменчивость вкусов, норм потребления, моды, запросов, др.);

- усложнение связей (явных и скрытых) и взаимосвязей в процессе трудовой и иной деятельности;

- ускорение интеграционных и дезинтеграционных процессов (создание-распад коалиций, союзов, объединений, партий, обществ и т.д.).

Источниками слабых сигналов являются:

- а) гипотезы и предположения о возможных причинах и сценариях развития событий, высказываемых (организовано или стихийно) людьми или группами людей;

- б) реакция (публичная и не публичная) властных структур, бизнес-сообществ, общественных организаций и объединений (экологических, правозащитных, религиозных, охраны здоровья, др.) на наступившие события и на тенденции развития этих событий;

- в) анализ и оценка происходящих событий различными социальными и экспертными группами;

- г) прогнозы (особенно дальне- и долгосрочные), разрабатываемые с использованием методов экспертных оценок, ситуационного и математического моделирования;

- д) мнения и комментарии профильных и непрофильных специалистов о текущих событиях;

- е) результаты коллективного изучения причин, последствий и тенденций развития событий (методы мозгового штурма, ELECTRE, Делфи, др.)

- ж) информация, получаемая из различных СМИ, научных публикаций, др.

В целом отметим, что:

– информация о слабых сигналах, получаемая из перечисленных источников, является преимущественно слабоструктурированной, вербальной (и редко-количественной);

– оперирование с такой информацией предъявляет дополнительные требования к профессиональной подготовке ЛПР, в том числе к глубине, креативности, гибкости, скорости, интуитивности, широте и системности мышления. Без этих качеств управление по слабым сигналам становится не эффективным, не продуктивным и не результативным.

Управление по слабым сигналам – это всегда процесс принятий решений в условиях неопределенности.

Использование информации типа «слабых сигналов», с одной стороны, затруднено для выработки решений с учетом постоянно происходящих изменений (порождающих потенциальные возможности и угрозы для существования и развития объектов исследования), а с другой – крайне желательно, ибо позволяет сэкономить время (а в последующем, и другие виды ресурсов) для того, чтобы *заранее* подготовиться к наступлению события (возможности или угрозы).

Другими словами, решения, принимаемые по слабым сигналам, приносят либо дополнительные блага (если наступившее событие – это возможность) или минимизируют потери (если наступившее событие – это угроза).

Если же ЛПР считает, что для принятия решения относительно потенциальной возможности или угрозы, *вызываемых изменениями*, информация в виде слабых сигналов не приемлема, то решение не принимается, пока не будет получена «качественная» информация в виде сильных сигналов.

Время, затраченное на ожидание или активную «добычу» сильных (т.е. более достоверных) сигналов, *сокращает время на подготовку* к использованию возможности (что ведет к уменьшению эффекта от ее реализации) или к предотвращению угрозы (что ведет к увеличению потерь от ее наступления).

С другой стороны, если прогнозируемые изменения оцениваются как не быстрые, не частые и не критичные, то управление по сильным сигналам может быть вполне оправданным¹.

¹ Выполнение перечисленных условий в рыночной экономике крайне затруднительно, так как *время наступления, место, продолжительность*,

Для уяснения разницы между управлением по слабым и сильным сигналам, а также для анализа условий их применения в управлении, рассмотрим три временные характеристики:

$t_{\text{слаб}}$ – момент получения слабого сигнала;

$t_{\text{ож}}$ – момент наступления ожидаемого события;

$t_{\text{сил}}$ – момент получения сильного сигнала;

Рассмотрим некоторые действия ЛППР в зависимости от соотношения этих временных характеристик:

1) Если $t_{\text{слаб}} = t_{\text{ож}}$ ¹ (слабый сигнал о событии получен в момент наступления самого события), то решения ЛППР могут быть:

а) в случае события-возможности: «ничего не предпринимать»;

б) в случае события-угрозы: «защита имеющимися средствами».

2) Если $t_{\text{ож}} > t_{\text{слаб}}$ (слабые сигналы о событии получены раньше, чем наступило само событие), то образовавшийся резерв времени $\Delta t = t_{\text{ож}} - t_{\text{слаб}}$. ЛППР использует:

а) для получения новой, более достоверной информации об ожидаемом событии, включая:

– оценка продолжительности сбора и обработки достоверной информации (т.е. получение сильных сигналов);

– поиск источников и подходов для минимизации этой продолжительности;

– уточнение условий реализации событий;

– поиск способов воздействия на эти условия;

– уточнение пространственных характеристик событий;

– корректировка оценки последствий ожидаемых событий;

– оценка вероятности реализации событий;

– обеспечение гибкости (способности к адаптации) стратегии поведения по мере поступления уточняющей информации;

– поиск ответов на вопросы: «что, когда делать и как действовать, если ожидаемое событие не наступит»;

последствия проблемного события и вероятность его реализации, в общем случае, неизвестны.

¹ Случай $t_{\text{слаб}} > t_{\text{ож}}$ (т.е. слабый сигнал о событии получен позже момента наступления события) нет смысла рассматривать, ибо «после боя руками не машут».

б) для соответствующей подготовки к наступлению события (перераспределение ресурсов, обучение персонала, реорганизация производственных и управленческих подразделений, др.).

3) Если $t_{\text{сил}} < t_{\text{ож}}$ (т.е. сильные сигналы о событии получены раньше, чем наступило событие), то образовавшийся резерв времени $\delta t = t_{\text{ож}} - t_{\text{сил}}$ ЛПР, используя уже имеющуюся «сильную» (достоверную) информацию, принимает более аргументированные, расчетно обоснованные решения по реализации события – возможности или по противодействию событию – угрозе.

Нетрудно видеть, что рассмотренные три соотношения в достаточной мере характеризуют переход от принятия решений (ПР) в условиях неопределенности к ПР в условиях риска и определенности.

В качестве резюме данного параграфа ответим на вопрос: зачем *знать, понимать* сущность и *использовать* на практике системное мышление?

1. Чтобы знать и понимать, что окружающая нас действительность системна и, следовательно, в процессе деятельности делать меньше ошибок. Если человек с раннего детства будет знать и понимать основы системного мышления, он не будет делать системных, трудно исправимых ошибок в своей жизнедеятельности.

2. Чтобы правильно формулировать свои цели и ресурсно обеспечивать их достижение.

3. Чтобы уметь корректно исследовать *любые* системы.

4. Чтобы быстро изучать любые конкретные системы, не тратя времени на второстепенные детали, но и не пропускать первостепенные.

5. Чтобы эффективно управлять системами.

6. Чтобы не допускать трудно устранимых (системных) ошибок в процессе *создания (проектирования)* новых систем любой природы.

7. Чтобы существенно увеличить качество своих решений, а также сократить время на процесс их принятия и реализации.

8. Чтобы уметь объединять знания, накопленные во многих науках.

9. Чтобы уметь прогнозировать события и тенденции их развития и заблаговременно готовиться к изменениям и управлению ими.

2.2. Основные понятия системного мышления

К основным понятиям системного мышления относятся: мышление, система, надсистема, подсистема, элемент системы, системообразующий элемент, внешняя среда, внутренняя среда, информация, проблемная ситуация, проблема, неопределенность, риск, изменение, анализ, синтез, адаптация, итерация, время, тенденция, поведение, свойство, модель, связь, цель, функция, дисфункция, структура, ресурсы, вход, выход, альтернатива, принятие решений, критерий, рост, развитие, решение, принцип.

Проанализируем сущность перечисленных понятий.

1. Мышление – это функция человеческого мозга и в этом смысле представляет собой естественный процесс; однако мышление человека не существует вне общества, вне языка, вне накопленных человечеством знаний и выработанных им способов мыслительной деятельности: логических, математических и т.п. действий и операций.

Мышление [12] – это процесс осознания объективного мира, это единство *объективного и субъективного*.

Исторически первой наукой о мышлении стала логика, изучающая нормативные правила и законы адекватного рассуждения. Логические законы являются, прежде всего, наборами предписаний, которым необходимо следовать человеку в своей мыслительной деятельности.

В логике выделяют *основные формы мышления*:

– **понятие** как обобщение класса объектов по их существенным, отличительным признакам;

– **суждение** как определенное высказывание об этих объектах, приписывание им некоторых свойств;

– **умозаключение** [12] – форма мышления или логическое действие, в результате которого из одного или нескольких известных нам и определенным образом связанных суждений получается новое суждение, в котором содержится новое знание.

Различают индуктивные и дедуктивные умозаключения.

Реальные законы человеческого мышления изучаются и моделируются в *социологии, биологии, медицине, кибернетике*.

В психологии используют определение мышления в *широком смысле*: это активная познавательная деятельность субъекта, необ-

ходимая для его полноценной ориентации в окружающем природном и социальном мире; в *узком* – как процесс решения задач.

Основные мыслительные операции:

Анализ – мыслительная операция расчленения сложного объекта на составляющие его части или характеристики.

Сравнение – мыслительная операция, основанная на установлении сходства или различия между объектами.

Синтез – мыслительная операция, позволяющая мысленно воссоединять целое из частей.

Обобщение – мысленное объединение предметов и явлений по их общим и существенным признакам.

Абстрагирование (отвлечение) – мыслительная операция, основанная на выделении существенным свойств и связей предмета и отвлечении от других, несущественных.

В мыслительной деятельности индивидуальные различия выражаются в следующих *качествах мышления*:

Широта мышления – это способность охватить весь вопрос целиком, не упуская в тоже время необходимых для дела частных.

Глубина мышления – выражается в умении проникать в сущность сложных вопросов. Качественным, противоположным глубиной мышления, является поверхностность суждений, когда, например, человек обращает внимание на «мелочи» и не видит главного.

Самостоятельность мышления – характеризуется умением человека формулировать новые задачи и находить пути их решения, не прибегая к помощи других людей.

Гибкость мышления – выражается в его свободе от сковывающего влияния закрепленных в прошлом приемов и способов решения задач, в умении быстро менять действия при изменении обстановки или условий.

Быстрота ума – способность человека быстро разбираться в новой ситуации, обдумывать и принимать правильное решение.

Торопливость ума – проявляется в том, что человек, не продумав всесторонне вопрос, выхватывает какую-то одну сторону, спешит принять решение, высказывает недостаточно продуманные ответы и суждения.

Критичность ума – умение человека объективно оценивать свои и чужие мысли, тщательно и всесторонне проверять все выдвигаемые умозаключения и выводы.

Основными этапами мыслительного процесса при решении проблем являются:

1. Мотивация (желание решить проблему);
2. Анализ проблемы (выделение «что дано» и «что требуется найти», какие данные недостающие или избыточные и т.д.);
3. Поиск решения:
 - поиск решения на основе одного известного алгоритма (репродуктивное мышление);
 - поиск решения на основе выбора рационального варианта из множества известных алгоритмов;
 - поиск принципиально нового решения (творческое мышление);
 - на основе углубленных логических рассуждений (анализ, сравнение, синтез, классификация, умозаключение и т.п.);
 - на основе использования аналогий;
 - на основе использования эвристических приемов;
 - на основе использования эмпирического метода проб и ошибок.

В случае неудачи в поиске решений следует переключиться на другую деятельность («период инкубационного отдыха», «созревание идей»), что может способствовать озарению, вдохновению, мгновенному осознанию решения некоторой проблемы (интуитивное мышление).

Факторы, способствующие «озарению»:

- высокая увлеченность проблемой;
- вера в успех, в возможность решения проблемы;
- высокая информированность в проблеме, накопленный опыт;
- высокая ассоциативная деятельность мозга (например, во сне, при эмоционально положительной стимуляции).

4. Логическое обоснование найденной идеи решения, логическое доказательство правильности решения.

5. Реализация решения.

6. Проверка найденного решения.

7. Коррекция (возврат, в случае необходимости, к предыдущим этапам).

К основным факторам, препятствующим успешному мышлению, относятся:

- косность (или стереотипность) мышления, разновидностью которого является излишняя приверженность к использованию при-

вычных методов решения, что затрудняет возможность взглянуть на задачу «по-новому»;

- страх совершить (допустить) ошибки;
- боязнь «внешней критики»;
- излишняя критичность к своим решениям (излишняя самокритичность);
- психическая и мышечная напряженность и т.д.

Активации мышления способствуют следующие специальные формы организации мыслительного процесса: мозговой штурм, синектика, метод фокальных объектов, метод морфологического анализа, метод контрольных вопросов, др.

Рассмотрим сущность некоторых видов мышления (табл. 2.1), сформулированных и изучаемых в психологических науках.

Таблица 2.1

Типология видов мышления¹

Признаки	Виды мышления	Комментарии
1. Используемые средства	Наглядное	Для полноценной мыслительной деятельности человеку необходимо видеть (представлять) предмет в его наглядной конкретности
	Вербальное	В процессе мыслительной деятельности человек предпочитает оперировать знаковыми понятиями
2. Условия познавательной деятельности	Реалистическое	Мышление в основном направлено на внешний мир и регулируется логическими законами
	Аутистическое (Э. Блейлер)	Человек не ограничен беспристрастным логическим рассуждением, может допускать логические противоречия, искажать реальность, концентрироваться на внутренних желаниях и мотивах
	Эмоциональное (Г Майер)	Под воздействием эмоций человек может мыслить иррационально, непоследовательно, противоречиво

¹ Приведенная типология мышления не претендует на полноту (это не всходит в круг основных задач данной работы), а служит, прежде всего, для уяснения особенностей системного мышления.

Продолжение табл. 2.1

Признаки	Виды мышления	Комментарии
3. Характер протекания познавательных процессов	Интуитивное	Характеризуется быстротой протекания, отсутствием четко выраженных этапов решения задачи, является минимально осознанным
	Аналитическое (в том числе логическое)	Развернуто во времени, имеет четко выраженные этапы, выводы аргументированы
4. Характер решаемых человеком задач (Б.М. Теплов)	Практическое	Основной задачей мышления является подготовка физического преобразования действительности, а именно: постановка целей, разработка плана, проекта, схемы. Обычно практическое мышление развертывается в рамках жесткого дефицита времени, не позволяющего осуществить проверку различных гипотез, полученный результат применяется сразу, что требует волевых усилий
	Теоретическое	Мышление направлено на познание законов, правил, закономерностей. Например, открытие периодической таблицы элементов Д.И. Менделеева
Функциональные классификации		
5. По функциям	Творческое	Направлено на порождение новых идей, нестандартных подходов решения задачи. Должно быть полностью свободно от всякой критики, внешних и внутренних запретов и ограничений
	Критическое	В процессе отбора идей требует аргументации. Проявляется строгость к себе и к другим. Не допускается переоценка собственных идей
	Творческо-критическое	Объединяет преимущества творческого и критического (например, реализация метода Делфи)
6. Способ ориентации человека в мире (К. Гольдштейн)	Абстрактное	Направлено на выявление и понимание причин объективно существующей и изменяющейся ситуации
	Конкретное	Если человеку известны окружающие условия, встречавшиеся в его деятельности ранее, то он действует конкретно, не задумываясь о причинах возникновения ситуации

Продолжение табл. 2.1

Признаки	Виды мышления	Комментарии
7. По степени новизны получаемого результата	Продуктивное	Протекает в условиях, когда алгоритмы решения либо отсутствуют, либо не могут быть применены. В этом случае человек использует эвристики, направленные, как правило, на эффективное сокращение области поиска средств решения задачи. Часто человек, предлагающий решения, не может объяснить источник их появления (вспомним ситуацию, в которой И. Ньютон открыл закон всемирного тяготения)
	Репродуктивное	Такой тип мышления характеризуется наличием и применением определенного (пусть и достаточно сложного) алгоритма и означает полный перебор вариантов, средств достижения цели с направленным отбором и выбором необходимого варианта
Генетические классификации		
8. По уровню развития мышления	Наглядно-действенное	Мышление, опирающееся на непосредственное восприятие предметов, реальное преобразование ситуации в процессе действий с реальными предметами
	Наглядно-образное	Мышление, характеризующиеся опорой на представления и образы. Особенность образного мышления – использование непривычных сочетаний предметов и их свойств с целью получения желаемого результата
	Словесно-логическое	Мышление, осуществляемое при помощи логических операций с понятиями.
	Теоретическое (см. п. 4)	Направлено на открытие законов, свойств объекта
	Практическое (см. п. 4)	Связано с постановкой целей, выработкой планов и проектов, часто развертывающихся в условиях дефицита времени
	Логическое (аналитическое)	Связано с анализом и аргументацией принимаемых действий

Признаки	Виды мышления	Комментарии
	Ассоциативно-образное	Мышление, в процессе которого свойства одних объектов связываются со свойствами других объектов для изучения и понимания последних
	Интуитивное (см. п. 3)	Характеризуется быстротой протекания, отсутствием четко выраженных этапов, минимальной осознанностью

Отметим, что к изучению мыслительных процессов есть три подхода: механистический, теологический (целевой) и целостный.

Кратко рассмотрим сущность целостного подхода, учитывая его концептуальную близость к системному мышлению.

Начала целостного подхода были заложены в философии, биологии, кибернетике, теории систем. В психологии понятие целостности впервые было использовано в гештальтпсихологии («гештальт» – целостная форма, структура), предложенной и разработанной М. Вертгеймером [М. Вертгеймер «Продуктивное мышление» М.: Прогресс, 1987]. Основной результат (с нашей точки зрения), полученный в гештальтпсихологии, заключается в том, что всякая часть отражает свой действительный смысл только будучи соотносенной с единой структурой целого.

2. Система [12] – совокупность, объединение взаимосвязанных и расположенных в соответствующем определенном порядке элементов (частей) какого-то целостного образования; совокупность принципов, лежащих в основе какой-либо теории; совокупность органов, связанных общей функцией.

3. Надсистема – система, в которой исследуемый объект является только лишь подсистемой или элементом. В общем случае надсистема является управляющей, а исследуемая система – управляемым объектом.

4. Подсистема – относительно независимая часть системы, выполняющая конкретные функции, направленные на достижение конкретных целей системы.

5. Элемент системы – минимальная часть системы, выделение которой необходимо и достаточно для решения конкретных задач анализа и/или синтеза системы.

6. Системообразующий элемент – элемент, отсутствие или неэффективное функционирование которого разрушает систему или преобразует ее в иную.

7. Внешняя среда – все те объекты (системы), которые не входят в структуру рассматриваемой системы, но, с одной стороны, влияют на процесс ее функционирования, а с другой стороны, исследуемый объект в той или иной мере влияет на изменения во внешней среде.

По отношению к исследуемой системе внешняя среда может быть дружественной, конкурентной или нейтральной.

Во внешней среде выделяют надсистему, среду прямого воздействия (поставщики, трудовые ресурсы, законы, учреждения государственного регулирования, потребители, конкуренты и другие факторы, которые непосредственно влияют на функционирование системы) и макросреду (внешние рынки, международные законодательные акты, международные кредитные организации, политические соглашения и др.).

8. Внутренняя среда – совокупность объектов (подразделений), которые находятся в пределах границ системы и управляются этой системой.

9. Информация – сведения, факты, данные и знания наблюдателя об интересующем его объекте.

Требования к информации: полнота, достоверность, актуальность, количественная измеримость, однозначность, непротиворечивость и др.

Операции, проводимые с информацией: сбор, обработка, сжатие (архивирование), прием, хранение, передача.

Способы фиксации информации: память (человека); тексты; рисунки; чертежи; электронные носители и др.

10. Проблемная ситуация – наблюдаемое свершившееся или прогнозируемое событие в системе, которое нарушает заранее запланированный ход функционирования или разработки системы, но причины возникновения этого события еще неизвестны.

Источники (т.е. причины) проблемной ситуации, возникшей в системе, могут дислоцироваться во внутренней среде системы (в ее

элементах, в свойствах и/или связях элементов), в связях с надсистемой, средой непосредственного окружения или макросредой.

11. Проблема – ситуация, которая возникает из-за выявленного несоответствия между требуемым и фактическим состоянием системы, которое (несоответствие) должно быть разрешено (устранено). Другими словами, сформулировать проблему означает найти причины возникновения проблемной ситуации с последующим устранением (разрешением) этих причин. В математических науках сформулировать проблему означает корректно поставить задачу, которая в последующем будет решена одним из доступных методов.

12. Неопределенность – неполнота или недостоверность информации об условиях реализации, эффективности и последствиях принимаемого решения, наличие факторов случайности или противодействия, затрудняющих оценку и выбор варианта решения. Таким образом, принятие решения в условиях неопределенности означает выбор решения, когда его исходы неизвестны, непрогнозируемые и, следовательно, не могут быть априори оценены.

Мера неопределенности измеряется через энтропию.

13. Риск [12] – мысленное решение задачи и претворение его в жизнь в ситуации, когда нет уверенности в положительном исходе, но существует надежда на успех.

Главной причиной возникновения рисков является неопределенность. При этом, если неопределенность имеет место на этапе выработки решений, то риск проявляется на этапе реализации решения.

14. Изменение [12] – процесс перехода предмета или явления из одного состояния в другое, в результате чего формируются новые свойства, функции или качества из-за действия внутренних и/или внешних причин.

В социально-экономических системах изменения происходят под воздействием:

- рыночных факторов (спрос, предложение, кооперация и специализация, рынки труда и средств производства, финансовые и т.д.);
- географических факторов;
- внутрифирменных условий;
- внешних общественно-политических условий.

15. Анализ – физическое или мысленное расчленение некоторой целостности на ее отдельные части, составные элементы. Виды анализа: дескриптивный (описательный); количественный; причинно-

следственный; ретроспективный; системный; ситуационный; структурный; структурно-функциональный, др.

16. Синтез – процесс реального и/или мысленного объединения частей в целостную систему. Синтез непрерывно связан с анализом: синтез без анализа невозможен, а анализ без синтеза – бесполезен, не нужен.

Синтез, как результат объединения частей, может быть двух видов:

а) объединение порождает новые (эмерджентные) свойства объекта, т.е. порождает систему;

б) объединение не создает новых свойств в объекте, который системой не становится, а только лишь совокупностью частей.

17. Адаптация – свойство системы сохранять свою идентичность в условиях изменения внешней среды; способность приспосабливаться к изменяющимся условиям внешней и/или внутренней среды.

18. Итерация – процедура, основанная на многократном повторении последовательности операций, при котором на каждом последующем шаге используются результаты, полученные на предыдущих шагах, что в конечном итоге обеспечивает решение исходной задачи.

19. Время – всеобщая форма бытия объектов реального мира, характеризующая длительность и последовательность событий, отличается необратимостью и направленностью от прошлого к будущему.

20. Тенденция – направление, в котором осуществляется развитие какого-либо явления, процесса или объекта.

21. Поведение – изменение, движение или ответ системы на некоторые воздействия на нее.

22. Свойство – характеристика, присущая объектам, процессам или явлениям, позволяющая отличать или отождествлять их. Проявляются свойства только в процессе взаимодействия объектов.

23. Модель системы – это объект, в котором выделены некоторые интересующие исследователя элементы, их свойства и/или связи между ними. Для каждой решаемой исследователем задачи в общем случае строится конкретная модель системы с целью изучения тех или иных ее аспектов.

24. Модель [12] – искусственно созданный объект в виде схемы, чертежа, логико-математических знаковых формул, физической конструкции и т.п., который, будучи аналогичен (похож, сходен) исследуемому объекту отображает и воспроизводит в наиболее простом, уменьшенном виде структуру, свойства, взаимосвязи и отношения ме-

жду элементами исследуемого объекта, непосредственное изучение которого связано с какими-либо трудностями, большими затратами средств и энергии или просто недоступно, и, тем самым, облегчает процесс получения информации об интересующем объекте.

25. Связь – это отношение, с помощью которого объекты обмениваются материей (веществом), энергией или информацией. Связи накладывают ограничения на поведение объектов и создают зависимость между ними. В общем случае связи классифицируются на материальные, информационные и энергетические.

26. Цель – 1) образ предвосхищаемого результата деятельности; 2) формальное описание конечного состояния, к которому стремится конкретная функционирующая система; 3) полезный результат, определяющий целостность и направленность поведения системы; 4) не существующие в данный момент, но желаемые состояния системы.

27. Функция – это действие, выполнение которого необходимо для достижения конкретной цели (целей системы). Требования к функциям: множество функций должно быть необходимым и достаточным (но не избыточным или не полным) для достижения всех целей системы. Кроме того, функции не должны быть противоречивы (например, по времени их выполнения) и количественно измеримыми.

Таким образом, функции являются средством достижения целей системы.

28. Дисфункция – это нежелательное действие, не направленное на достижение конкретных целей системы. Дисфункции могут быть генетическими (как результат ошибок, допущенных на этапе проектирования системы), так и проявляющимися в процессе функционирования системы.

29. Структура – относительно устойчивые связи (отношения), характеризующие взаимодействие частей (элементов). Знание структуры целого способствует и облегчает познание содержания частей.

Структура целого остается неизменной до тех пор, пока количественные изменения элементов не переходят в качественные. В противном случае структура целого изменяется скачкообразно.

Цели, функции и структура неразрывно связаны и задают (формируют) основополагающие свойства целеустремленных систем.

Структуры бывают: иерархические, сетевые, матричные и др.

Структура может быть представлена граф-деревом, оргграфом или соответствующими им матрицами инцидентности и смежности.

30. Ресурсы – это комплекс средств, обеспечивающих успешное проектирование (разработку) и функционирование системы в соответствии с ее целями: в общем случае целеустремленная система должна располагать материальными, информационными и энергетическими ресурсами, необходимыми и достаточными для достижения ее целей. Расширяя данную классификацию ресурсов, следует выделить: временные, трудовые, финансовые, интеллектуальные, производственные, технологические, др.

31. Вход – это все виды ресурсов, поступающие из внешней среды, необходимые и достаточные (по видам, объемам и временным требованиям) для достижения целей системы. Вход направлен от среды к системе. Классификация входов:

- а) материальные, информационные и энергетические;
- б) временные, трудовые, финансовые, др.

32. Выход – это результат, получаемый в процессе преобразования входов системы в конечный ее продукт (товары, работы и услуги). Выход направлен от системы к внешней среде. Выходы, представляющие собой конечные продукты деятельности, бывают: материальные, информационные и энергетические.

33. Альтернатива – один из возможных способов действия для достижения цели(-ей) системы.

34. Принятие решений – процесс выбора одного или нескольких вариантов действий из множества возможных.

35. Критерий – признак, на основании которого производится оценка, определение или классификация чего-либо, мерило [13].

Особо выделяют критерии истинности знания. Различают логические (формальные) и эмпирические (экспериментальные) критерии истинности. Формальным критерием истинности служат логические законы: истинно все, что не включает в себе противоречия, логически правильно. Эмпирическими критериями истинности служит соответствие знания экспериментальным данным.

36. Рост – увеличение количественных характеристик системы без изменения ее эмерджентных свойств.

37. Развитие – необратимое, определенно направленное и закономерное изменение материального или идеального объекта, при-

водящее к возникновению в нем нового качества. Развитие системы означает, что в ней под воздействием внутренних и внешних факторов происходят устойчивые качественные преобразования субстрата, структуры, организации или функций системы.

38. Принцип [12] – основополагающее первоначало, основное положение, исходный пункт, предпосылка какой-либо теории, концепции. Другими словами, принцип – это теоретически обобщенные опытные данные, это закон явлений, найденный из наблюдений. Принцип – это постоянно и последовательно применяемый метод.

39. Условие [12] – среда, в которой пребывают и без которой не могут существовать предметы, явления; то, от чего зависит другое; то, что делает возможным существование другого. Разливают необходимые и достаточные условия. Необходимые – это те условия, которые имеют место всякий раз, как только возникает действие; достаточные – это те, которые непременно вызывают данные действия. В логической операции «импликация» условие выражается через «если», а следствие (т.е. обусловленное) выражается через «то».

2.3. Классификация систем

В данном параграфе рассмотрены наиболее известные и применяемые в практической деятельности классификации систем, предложенные А.И. Уёмовым, Р.Л. Акоффом, С. Биром, К. Боулдингом, В.Н.Волковой, В.Г. Афанасьевым, А.Н. Аверьяновым, Л.А. Петрушенко, В.В. Дружининым и Д.С. Конторовым, Ю.И. Черняком, Н.Д. Лесечко и Ю.П. Сурминым.

Классификация систем по атрибутивным системным параметрам, предложенная А. И. Уёмовым [7].

Атрибутивные системные параметрам (АСП) отражают некоторые конкретные свойства системы (объекта, процесса, явления), которые могут быть присущи системам любой природы.

Атрибутивные системные параметры могут иметь два и более значений. При двух значениях АСП называется *бинарным*. Если значений АСП более двух, то такой АСП является *многозначным*, в том числе *линейным*. Примеры бинарных АСП: гомогенность (однородность) – гетерогенность (разнородность); субстратная авторегенеративность (способность системы самостоятельно восстанавливать утраченные элементы) – субстратная внешняя регенера-

тивность (утраченные элементы восстанавливаются внешней средой) и т.д.

Линейный системный параметр – это такой, который имеет неограниченно большое число значений. Если представить значения того или иного системного параметра в виде точек на прямой линии, то бинарный системный параметр характеризуется двумя точками на этой линии, многозначный системный параметр – конечным множеством точек, а линейный параметр символизирует вся линия с ее бесконечным множеством точек. В качестве примера линейного системного параметра можно указать на сложность и соответственно простоту системы. Невозможно однозначным образом разделить системы на сложные и простые.

Ниже рассмотрим классификацию атрибутивных системных параметров и соответствующую ей классификацию систем (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Классификация атрибутивных системных параметров

Наименование атрибутивного системного параметра	Классификация систем по каждому атрибутивному системному параметру	Определение, примеры систем, комментарии
Упорядоченность	Упорядоченные системы (УС)	УС – это системы, для которых существенен порядок их элементов. Например, натуральный ряд чисел, последовательность букв в любом слове любого языка, последовательность отрезков времени от настоящего к будущему, др.
	Неупорядоченные системы (НС)	В НС упорядоченность элементов не существен. Например, толпа, облака, группа студентов на перерыве, др. Между УС и НС могут иметь место промежуточные системы (случайное или временное упорядочение элементов)

Наименование атрибутивного системного параметра	Классификация систем по каждому атрибутивному системному параметру	Определение, примеры систем, комментарии
Интенсивность	Структурно-точечные системы (СТС)	СТС не имеют интенсивности. Например, свойства «быть ректором», «быть человеком», «быть автомобилем», «быть семьей»
	Структурно-линейные системы (СЛС)	Свойства обладают интенсивностью в шкале $[0; +\infty]$. Например, расстояние между элементами системы («ближе – дальше»); перемещение во времени («медленно – быстро»)
Способ участия элементов системы в системообразующем отношении	Системы без опосредования	Каждый элемент системы участвует в системообразующем отношении непосредственно. Примеры: 1. Система прямых выборов, в которой избиратели непосредственно голосуют за конкретного претендента. 2. Каждый работник предприятия, являясь элементом подсистемы «Трудовые ресурсы», непосредственно участвует в производственном процессе и влияет на его результаты. 3. Биологический вид, в системе которого каждая особь входит непосредственно, независимо от других особей
	Системы с опосредованием	Примеры: 1. Система выборов, в которой каждый избиратель выбирает (голосует) за претендента не прямо, а через выборщиков. 2. Система управления предприятием, базирующаяся на концепции децентрализации управления (принцип делегирования полномочий)
Регенеративность	Системы, регенеративные по субстрату	Способность системы восстанавливать свои элементы
	Частично регенеративные по субстрату	Способность системы восстанавливать не все ее элементы

Наименование атрибутивного системного параметра	Классификация систем по каждому атрибутивному системному параметру	Определение, примеры систем, комментарии
Регенеративность	Авторегенеративные по субстрату	Способность системы восстанавливать часть своих элементов без участия других систем. Например, виноградная лоза способна восстановить свою корневую систему; ящерица способна восстанавливать хвостовую часть; человек способен восстанавливать некоторые участки кожи или восстанавливаться после трудового дня, др.
	Внешне регенеративные по субстрату	Способность системы восстанавливать все или часть своих элементов с помощью других систем. Например, ремонт оборудования; механические часы (являющиеся полностью внешне регенеративной системой), трансплантация органов человека, др.
	Полностью нерегенеративные системы по субстрату	Примеры: 1. Некоторые специально сконструированные технические системы, свойство регенеративности которых не заложено в систему их создателями, а внешняя регенеративность невозможна без разрушения системы. 2. Будущее время является полностью нерегенеративной системой, ибо ни одна единица времени (наносекунда, секунда, минута), которая перестала быть будущей, не может быть восстановлена в качестве элемента будущего времени. Любой живой организм, в конечном итоге становится неживым и, в этом смысле, он является полностью нерегенеративной системой по субстрату

Наименование атрибутивного системного параметра	Классификация систем по каждому атрибутивному системному параметру	Определение, примеры систем, комментарии
Регенеративность	Системы регенеративные по отношениям	<p>Регенеративность по отношениям (например, по связям элементов), в общем случае, аналогична регенеративности по элементам, хотя и может иметь свои особенности (в данной работе не рассматриваемые).</p> <p>Примеры:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зная отношения между родителями, можно восстановить (хотя бы частично) свойства отношений между родителями и детьми, а также детей между собой. 2. По отношениям между руководителем предприятия и начальником одним из цехов, реализуемым в процессе производства, можно с достаточной степенью достоверности восстановить отношения руководителя с начальниками других подразделений
Расчлененность	Расчлененные системы	Система состоит из частей и/или элементов, на множестве которых реализуется согласованная система отношений. Превалирующее множество искусственных и природных систем являются расчлененными: система рек и озер на континенте, предприятия, молекула, человек
	Нерасчлененные системы	Система состоит из одного элемента, который (по различным причинам) не может быть расчлененным: по законам естествознания; по причине отсутствия информации; из-за отсутствия (незнания) способа расчленения; из-за отсутствия необходимости расчленения (для решения конкретной задачи)

Наименование атрибутивного системного параметра	Классификация систем по каждому атрибутивному системному параметру	Определение, примеры систем, комментарии
Надежность	Всецелонадежные системы	Система сохраняет свои свойства при изъятии (уничтожении) любого числа ее частей, кроме одной. Примеры: 1. Воинское подразделение остается боевой единицей и может вести боевые действия при наличии хотя бы одного из его членов. 2. Система обслуживания рабочих мест функционирует до тех пор, пока в ней имеется хотя бы один вспомогательный рабочий соответствующей специальности
	Невсецелонадежные системы	Система включает в себя один или несколько элементов, удаление или потеря работоспособности которых приводит к ее разрушению или превращению ее в другую систему. Пример: отсутствие или неудовлетворительная работа подразделений подготовительного и/или сборочного производства ведет к потере конкурентоспособности и, возможно, к закрытию (банкротству) предприятия
Элементарность	Элементарные системы	Система называется элементарной тогда, когда ни одна из ее частей не является системой в том же смысле, что и исходная система. Примеры: 1. Ни одна из подсистем автомобиля не является системой в том же смысле, что и автомобиль. 2. Любое подразделение предприятия не является системой, идентичной предприятию
	Неэлементарные системы	Такие системы состоят из частей, каждая из которых (или хотя бы одна) является системой в том же смысле, что и рассматриваемая

Наименование атрибутивного системного параметра	Классификация систем по каждому атрибутивному системному параметру	Определение, примеры систем, комментарии
Элементарность	Неэлементарные системы	<p>Примеры:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Солнечная система включает планеты, имеющие в свою очередь спутники (Юпитер, Сатурн), хотя Луна, Венера и Меркурий спутников не имеют. 2. Батальон, состоящий из нескольких рот, а рота – из нескольких взводов. Составные части батальона функционируют, управляются, организованы на тех же принципах, что и батальон, и выполняют одни и те же задачи
Детерминированность	Детерминированные системы	<p>Системы, в которых по одному или нескольким известным элементам определяются недостающие. Примеры:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Для специалиста в области палеонтологии человек является детерминированной системой, ибо по отдельным элементам древнего человека можно восстановить его облик (расу, пол, возраст). 2. Систему четных чисел натурального ряда можно восстановить, зная начальные. 3. Мелодию (или стихотворение) можно восстановить (вспомнить), зная несколько начальных звуков (слов)
	Недетерминированные системы	<p>Системы, в которых невозможно по известным элементам определить недостающие. Примеры:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Количество студентов, принятых в ВУЗ по конкретной специальности не детерминирует количество студентов-первокурсников по другой специальности. 2. Толпа людей, капли дождя, камнепад

Наименование атрибутивного системного параметра	Классификация систем по каждому атрибутивному системному параметру	Определение, примеры систем, комментарии
Центрированность	Внутренне централизованные системы	<p>Системы, в которых имеется такой элемент, что отношения между любыми другими элементами системы могут быть установлены только с помощью этого центрального элемента. В общем случае центральных элементов может быть несколько.</p> <p>Примеры:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Система «человек – машина», в которой взаимодействие между элементами технической системы невозможно без человека-оператора. 2. Система компьютерного обучения
	Внешне централизованные системы	<p>Системы, в которых не содержится элемента, обеспечивающего взаимодействие всех элементов системы, но такой элемент имеется во внешней среде (в другой системе).</p> <p>Примеры:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Предприятия, привлеченные к реализации сложного проекта, управляются (контролируются) внешним субъектом, например, заказчиком. 2. Система обучения предполагает наличие обучающего (преподавателя, тренера), поэтому такая система является внешне централизованной
Завершенность	Завершенные системы	<p>Системы, присоединение к которым хотя бы одного элемента невозможно без превращения рассматриваемой системы в другую систему.</p> <p>Примеры:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Присоединение, также как и изъятие, к треугольнику хотя бы одной стороны превращает его в другую геометрическую фигуру.

Наименование атрибутивного системного параметра	Классификация систем по каждому атрибутивному системному параметру	Определение, примеры систем, комментарии
Завершенность	Завершенные системы	2. Присоединение к системе «муж – жена» нового элемента того же уровня отношений невозможно без превращения системы в другую. Завершенность системы характеризует народная поговорка: «Ни убавить – ни прибавить»
	Незавершенные системы	Системы, присоединение к которой новых элементов не превращает ее в другую. Например, в субъекте хозяйствования изменения по субстрату (организация новых, объединение существующих подразделений основного и вспомогательного производства) не превращает его в другую систему
Имманентность	Имманентные системы	Имманентной называется система, системообразующее отношение которой охватывает элементы только данной системы. Такие системы являются закрытыми. Например, система «супружеская пара», футбольная команда на тренировке (но не в игре), симфонический оркестр, заседание кафедры, др. 2. Трудовые ресурсы предприятия (количественный и качественный состав, взаимодействие работников, подчиненность)
	Неимманентные системы	К таким системам относятся те, системообразующее отношение охватывает не только элементы данной системы, и элементы других систем. Системы этого вида являются открытыми. Примеры: 1. Система обеспечения трудовыми ресурсами предприятия включает рынок труда. 2. Студенческая группа во время учебного процесса является неимманентной системой, поскольку охватывает преподавателей и технические средства обучения

Наименование атрибутивного системного параметра	Классификация систем по каждому атрибутивному системному параметру	Определение, примеры систем, комментарии
Минимальность	Минимальные системы	Система минимальна, если она разрушается (в общем случае, преобразуется в другую) при удалении хотя бы одного ее элемента. Примеры: 1. Удаление любой стороны квадрата или треугольника. 2. Удаление из супружеской пары любого ее члена. 3. Система линейных неравенств. 4. Система «Ресурсы предприятия», включающая материальные, энергетические и информационные ресурсы, разрушается при удалении любого вида ресурсов из перечисленных
	Неминимальные системы	Такие системы допускают удаление одного (в общем случае, более одного) элемента без разрушения исходной системы. Например, предприятие; студенческая группа; непрофильные дисциплины по конкретной специальности в ВУЗе
Уникальность	Уникальные системы	Система уникальна, если ее системообразующее отношение реализуется только на одном субстрате. Примеры: человек; шедевры великих мастеров в области различных искусств; принципиально новые знания
	Неуникальные системы	Система неуникальна, если ее системообразующее отношение реализуется не на единственном субстрате. Примеры: предприятие остается тем же предприятием (по целям, профилю деятельности, организационной культуре), если уменьшается количество основных рабочих (в результате внедрения новых средств труда и технологий), изменяется рынок сбыта

Наименование атрибутивного системного параметра	Классификация систем по каждому атрибутивному системному параметру	Определение, примеры систем, комментарии
Стабильность	Стабильные системы	<p>Система стабильна, если она не разрушается (не преобразуется в другую) при изменении ее структуры S_{tr}:</p> $S_{tr} = \langle x, y \rangle,$ <p>где x – множество элементов (субстрат); y – множество отношений, установленное на x.</p> <p>Примеры: предприятие (с учетом динамики его внутренней и внешней среды); специалист, меняющий место работы; человек, адаптирующийся к климатическим условиям; народное хозяйство как взаимосвязанный комплекс его отраслей</p>
	Нестабильные системы	<p>Нестабильные системы не допускают каких-либо изменений структуры без разрушений целого. Например, геометрическая фигура, супружеская пара, часы и т.д.</p>
Изменчивость (по свойствам элементов)	Сильные системы	<p>Система является сильной, если новые элементы, включенные в систему, существенно изменяют свои свойства. Примеры:</p> <p>а) абитуриенты, ставшие студентами ВУЗа, меняют свои предпочтения, интересы, поведение, объем знаний;</p> <p>б) вновь принятые на работу сотрудники изменяют свои профессиональные и личные качества</p>
	Слабые системы	<p>Система является слабой, если присоединение к ней новых элементов приводит к изменению системообразующих отношений системы. Например, сильный лидер может изменить цели, задачи, эффективность работы предприятия</p>

Наименование атрибутивного системного параметра	Классификация систем по каждому атрибутивному системному параметру	Определение, примеры систем, комментарии
Однородность (по свойствам элементов)	Гомогенные системы	Система является гомогенной, если свойства элементов, входящих в систему, однородны. Примеры: а) дом, стены которого выложены из кирпича одной марки, является гомогенной системой; б) сигналы точного времени
	Гетерогенные системы	Система включает элементы, разнородные по своим свойствам. Примеры: автомобиль; человек; ВУЗ как система факультетов; Солнечная система. Всецело гетерогенными являются системы, не содержащие элементов с одинаковыми свойствами. Например, система атрибутивных параметров, рассматриваемая в данной классификации
Связность по субстрату	Цепные системы	Системы называются цепными, если каждый элемент связан (находится в отношении) не более чем с двумя другими элементами. Другими словами, каждый i -й элемент следует за другими $i - 1$ и сам предшествует последующему $i + 1$. Примеры: а) обыкновенная цепь с соединенными концами; б) время, измеряемое в секундах (цепь с разъединенными концами); в) множество технологических операций, выполняемых на многооперационном станке или на автоматической линии
	Нецепные системы	Системы, в которых некоторые (или все) элементы связаны более, чем с двумя другими элементами. Например, система цехов предприятия

Классификация систем по С. Бир

С. Бир [10] классифицирует системы на: детерминированные, вероятностные и нечеткие, каждая из которых может быть простой, сложной, очень сложной.

Примеры:

Система	Простая	Сложная	Очень сложная
Детерминированная	Оконная задвижка; автоматическое открытие-закрытие дверей	ЭВМ; автоматизация производственных процессов	Климат в Беларуси
Вероятностная	Подбрасывание монеты; движение медузы; статистический контроль качества	Хранение запасов; условные рефлексы; прибыль промышленного предприятия	Производственно-хозяйственная деятельность предприятия; мозг
Нечеткая	–	Поведение человека; мышление; качество жизни	Социальные системы, социальные организации

Классификация систем по К. Боулдингу [11]

1. Неживые системы:

- Статические системы («остовы»).
- Простые динамические структуры с заданным движением («часовые механизмы»).
- Кибернетические системы с управляемыми циклами обратной связи («термостаты»).

2. Живые системы:

- Открытые системы с самосохраняемой структурой. Уровень клеток – первая ступень, на которой возможно разделение на живое и неживое.
- Живые организмы с низкой способностью воспринимать информацию (растения).
- Живые организмы с более развитой способностью воспринимать информацию, но не обладающие сознанием (животные).

- Люди, характеризующиеся самосознанием, мышлением и не-тривиальным поведением.
- Социальные системы и социальные организации.

Классификация систем по А.Г. Афанасьеву [1]

В данной классификации выделяются четыре класса систем:

- системы, существующие в объективной действительности, не-живой и живой природе, обществе.
- системы концептуальные, идеальные, которые иногда называют абстрактными.
- искусственные, которые созданы человеком.
- смешанные, в которые входят системы и элементы предыдущих систем.

А.Н. Аверьянов [2] выделяет такие системы как: целостные и суммативные; органические и неорганические; динамические и статические; открытые и закрытые; самоорганизованные и неорганизованные; управляемые и неуправляемые.

Л.А. Петрушенко [3] выделяет следующие классы систем:

- по происхождению – естественные и искусственные;
- по содержанию – материальные и идеальные;
- по причинно-следственным связям – детерминированные и вероятностные;
- по отношению к окружающей среде – открытые и закрытые

В.В. Дружинин и Д.С. Конторов [4] классифицируют системы на классы и подклассы:

- технические – на простые и сложные, равновесные и неравновесные;
- кибернетические – на программные, адаптивные и активные;
- биологические – на предбиологические, простейшие, специализированные, централизованные и высшие колонии;
- общественные – на индивидуумы, простые и управляемые группы, сообщество и общество, др.;
- интеллектуальные – на конкретные и абстрактные.

Ю.И. Черняк [5] выделяет системы: большие (ненаблюдаемые одним наблюдателем); сложные; (которые нельзя скомпоновать из нескольких подсистем); динамические (постоянно изменяющиеся); кибернетические (отражают процессы управления) и целенаправленные (способные достигать цели).

М.Д. Лесечко [6] выделяет системы по следующим основаниям:

- по происхождению – естественные, искусственные и смешанные системы;
- по описанию переменных системы – с качественными переменными, с количественными переменными и системы со смешанными переменными;
- по типам операторов – системы типа: «черные ящики», непараметрические, параметрические системы и «белые ящики»;
- по способу управления – управляемые, неуправляемые и системы с комбинированным управлением.

Классификация систем по Ю.П. Сурмину [28]

При разработке ниже приведенной классификации систем автор справедливо полагает, что любая система характеризуется четырьмя основными параметрами: *субстанцией, строением, функционированием и развитием.*

Под *субстанцией* понимается то, из чего система состоит, т.е. характеризует сущность и природу ее элементов. Под *строением* системы подразумевается наличие в системе элементов, связей и организации. *Функционирование* понимается как процесс реализации во времени и пространстве функций системы. *Развитие* понимается как процесс качественных изменений системы.

Отсюда следует, что система – это структурно-функциональная развивающаяся субстанциональная целостность.

Таблица 2.3

Классификация систем по Ю.П. Сурмину

Основание классификации	Система	
	Вид	Характеристика
<i>Субстанциональный уровень системы</i>		
Природа системы	Физическая	Совокупность физических элементов, интегрированных на физических законах (поезд, мост, космические объекты, др.)
	Техническая	Совокупность деталей, техническое устройство (станок, конвейер и др.)
	Кибернетическая	Множество взаимосвязанных объектов – элементов системы, способных воспринимать, запоминать, перерабатывать и обмениваться информацией (автопилот, ЭВМ, мозг человека и др.)
	Химическая	Множество элементов, взаимосвязанных химическими связями (молекула, химическое соединение)
	Биологическая	Организмы или их сообщества (растения, животные)
	Социальная	Общество или некоторая его составляющая, развивающаяся как целое (государство, трудовое законодательство)
	Интеллектуальная	Знание, способы познания и мышления (методы научного познания, математика)
Способ существования системы	Абстрактная	Единство некоторых символов или знаков (теория, система исчисления)
	Материальная	Совокупность материальных явлений (город, горная система)

Продолжение табл. 2.3

Основание классификации	Система	
	Вид	Характеристика
Характер детерминации	Стохастическая, вероятностная	Поведение носит вероятностный характер (ценообразование, игра)
	Детерминированная	Поведение предопределено (падение материальных тел)
Происхождение систем	Естественная	Возникает и развивается естественно, без вмешательства человека
	Искусственная	Возникает и развивается благодаря человеку
	Естественно-искусственная	Возникает и развивается естественно с участием человека
Масштабы	Микромасштабная	Относительно небольшое образование (малая или контактная группа, вирусы)
	Макромасштабная	Значительное по размеру образование (государство, регион, коалиция)
	Метасистема	Сверхбольшое образование (общество, планета)
	Мегосистема	Бесконечное по размеру образование (Вселенная)
<i>Уровень строения системы</i>		
Количество элементов	Одноклеточная	Состоит из одного элемента (Земля, клетка)
	Бинарная	Состоит из двух элементов (Земля – Луна)
	Тринарная	Состоит из трех элементов (система «вещь–свойство–отношение»)
	Четырехэлементная	Состоит из четырех элементов (футбольное поле)
	Многоэлементная	Состоит из многих элементов (план города)
Степень открытости	Открытая	Открыта для воздействия внешней среды (демократическое общество)

Продолжение табл. 2.3

Основание классификации	Система	
	Вид	Характеристика
	Закрытая	Закрыта для воздействия внешней среды (тоталитарное общество)
Характер взаимодействия элементов	Координационная	Элементы отличаются равноправием (дружба, отделы одного уровня в системе управления)
	Иерархическая	Элементы соподчинены (система управления)
	Координационно-иерархическая	Объединяет равноправные и неравноправные элементы (общество)
Степень организованности	Недостаточно организованная система, («управляемый хаос»)	Переходная экономика, реорганизуемое предприятие, кризис
	Суммативная	Неразвитое взаимодействие между элементами (империя А. Македонского)
	Организованная	Характеризуется наличием структуры (предприятие, образовательное учреждение)
	Заорганизованная	Однозначно предопределенное поведение элементов (армия, тюрьма, бюрократическая система судопроизводства)
Степень сложности системы	Простая	Состоит из небольшого числа элементов и связей между ними (телефонный абонент)
	Сложная	Включает в себя большое число простых систем (телефонная станция)
	Сверхсложная	Включает в себя большое число сложных систем (телефонная связь)
Тип структуры	Линейная	Линейная структура взаимосвязи элементов (цепь, участок метро)

Продолжение табл. 2.3

Основание классификации	Система	
	Вид	Характеристика
Тип структуры	Сотовая	Разветвленные связи, множество путей прохождения информации (связь)
	Иерархическая	Соподчинение элементов (власть)
	Смешанная	Наличие всех типов структуры (предприятие)
Наличие информации о строение системы	«Черный ящик»	С неизвестным строением
	«Серый ящик»	С наличием некоторой информации о ее строении
	«Белый ящик»	С известным строением
<i>Уровень функционирования системы</i>		
Характер воспроизводства	Воспроизводимая окружающей средой	Последствия любых действий
	Воспроизводимая себе подобных	Животные, растения
Количество функций	Монофункциональная	Реализация одной функции (контроль)
	Полифункциональная	Реализация одновременно нескольких функций (система управления)
Характер размещения	Плоскостная	Размещена в плоскости (земельный участок)
	Трехмерная (пространственная) система	Городская среда
	Многомерная	Социальная технология
Равновесие	Равновесная	Сохранение равновесия (рынок)
	Неравновесная	Нарушение равновесия (конфликт)
Цель	Одноцелевая	Ориентирована на достижение одной цели (карьера, система обслуживания)
	Многоцелевая	Направлена на достижение нескольких целей (человек, многопрофильная фирма)

Продолжение табл. 2.3

Основание классификации	Система	
	Вид	Характеристика
Эффективность	Неэффективная	Отличается низкой эффективностью (ручной труд)
	Средней эффективности	Удовлетворительная эффективность (использование средств механизации труда)
	Эффективная	Со значительной эффективностью (использование средств автоматизации и роботизации труда)
Результат	С нулевым результатов	Не имеет результата (пассивный работник)
	Результативная	Отличается результативностью (активный работник)
	С высоким результатом	Высокий синергетический результат (работоголик)
<i>Уровень развития системы</i>		
Способность приспосабливаться	Адаптивная	Способность приспосабливаться, не теряя своей идентичности (успевающие студенты первого курса)
	Неадаптивная	Не обладает способностью приспосабливаться (неуспевающие студенты первого курса)
Способность к движению (скорость)	Статическая	Статические, неменяющиеся образования (скала)
	Динамическая	Характеризуется изменяемостью (экономика развитых стран)
Вектор развития	Восходящее развитие	Свойственен рост показателей развития с той или иной скоростью (экономика периода подъема, политики с нарастающими рейтингами)
	Нисходящее	Присуще падение показателей развития с той или иной скоростью (кризисная экономика, политики с подающей поддержкой электората)

Окончание табл. 2.3

Основание классификации	Система	
	Вид	Характеристика
Способность самовоспроизводства	Неорганическая	Неспособность к самовоспроизводству (механические, технические системы)
	Органическая	Способность к самовоспроизводству (организмы)
Этап развития	Система-зародыш	Находится на стадии возникновения, формирования
	Детская	На стадии становления (ребенок, новое государство)
	Молодая	В процессе достижения зрелости (молодежь, молодое государство, новый продукт на рынке)
	Зрелая	Соответствует всем качествам зрелости (человек среднего возраста, развитое демократическое государство)
	Кризисная	Наблюдается процесс падения показателей, разрушения (кризисная экономика)
	Переходная	Переходит из одного состояния в другое (страны с переходной экономикой)
	Деградирующая	Доминирование процессов ухудшения показателей и разрушения (распад коалиций)
Траектория развития	Линейная	Подчиняется линейной функции развития (линейные зависимости)
	Нелинейная	Подчиняется нелинейным функциям развития (население планеты)

Классификация систем по Р.Л. Акоффу [17]

В основу ниже приведенной классификации Р.Л. Акофф положил понятие поведения системы. Под поведением системы понимается событие (события) системы, которое либо необходимо, либо достаточно для другого события в этой системе или ее окружении. Другими словами, поведение системы – это системное изменение, которое инициирует другие события.

Тип системы	Поведение системы	Результирующее поведение
Поддержания состояния	Переменное, но определенное (реактивное)	Постоянное
Поиска цели	Переменное и выбираемое (отклик)	Постоянное
Целевая и многоцелевая	Переменное и выбираемое	Переменное, но определенное
Целенаправленная	Переменное или выбираемое	Переменное и выбираемое

В качестве классификации систем, обобщающей и дополняющей основные положения выше рассмотренных, приведем табл. 2.4.

Таблица 2.4

Классификация систем по Р.Л. Акоффу

Классификационные признаки	Виды системы
1. По происхождению	Естественные (например, природные)
	Искусственные (созданные человеком)
	Смешанные (например, эргономические)
2. По объективности существования	Реальные (материальные и физические)
	Абстрактные (символические)
	Идеальные (концептуальные)
	Виртуальные (модельные, мысленные)
3. По взаимодействию с внешней средой	Открытые (взаимодействующие с внешней средой)
	Закрытые (не взаимодействующие с внешней средой)
	Комбинированные (содержат открытые и закрытые подсистемы)

Классификационные признаки	Виды системы
4. По степени централизации	Централизованные (один элемент играет доминирующую роль в организации функционирования системы)
	Децентрализованные (множество элементов управляют процессом функционирования системы)
5. По размерности	Одномерные (с одним входом и одним выходом)
	Многомерные (с множеством входов и множеством выходов)
6. По однородности и разнообразию структурных элементов	Гомогенные (однородные по субстрату, свойствам или отношениям)
	Гетерогенные (разнородные по субстрату, свойствам или отношениям)
	Смешанного типа
7. По способности системы ставить себе цель	Каузальные (цель внутренне не присуща)
	Целенаправленные (активные)
	Целеустремленные (способные ставить и достигать собственные цели)
8. По характеру функций	Специальные (на заданной структуре реализуется одна функция)
	Многофункциональные (на заданной структуре реализуется несколько функций)
	Универсальные системы (на заданной структуре реализуется множество <i>разнородных</i> функций(по виду и количеству))
9. По назначению	Производящие (в системе реализуются процессы получения некоторых продуктов, работ или услуг)
	Управляющие (осуществляют организацию и управление вещественно-энергетическими или информационными процессами)
	Обслуживающие (обеспечивают поддержку требуемого уровня работоспособности производящих и управляющих систем)
10. По детерминированности	Детерминированные (входы системы однозначно определяют ее выходы)
	Недетерминированные или стохастические (входы системы вероятно определяют ее выходы)

Классификационные признаки	Виды системы
11. По структуре	Простые (характеризуются небольшим количеством элементов и связей между ними)
	Сложные (характеризуются большим числом не только элементов, но и внутренних и внешних связей). В общем случае сложные системы включают такие подсистемы как: <i>решающую, информационную, управляющую, гомеостазную</i> (поддерживающую динамическое равновесие внутри систем и регулирующую потоки энергии и вещества в подсистемах), <i>адаптивную</i> (накапливающую опыт в процессе обучения для улучшения функций системы и соответствующей им структуре). Функционирование сложных систем направлено, прежде всего, на <i>развитие</i> (проектирование и производство новых товаров, освоение новых рынков, новых технологий, др.)
	Большие (характеризуется большим числом разнородных элементов и подсистем, одновременное наблюдение за функционированием которых одним наблюдателем затруднено. Функционирование больших систем направлено, прежде всего, на <i>рост</i> (например, на увеличение объемов производства существующего продукта)
12. По назначению	Технические (материальные системы, решающие задачи по программам и алгоритмам, разработанным человеком)
	Эргатические (человеко-машинные системы), составным элементом которых является человек-оператор
	Технологические (реализует совокупность заранее заданных операций и процессов для достижения сформулированных целей)
	Экономические (совокупность экономических отношений, возникающих в процессе производства, распределения, обмена и потребления экономических продуктов при соблюдении регламентов, принципов, правил и законодательных норм)

Классификационные признаки	Виды системы
	Социальные (совокупность мероприятий, направленных на обеспечение социальных условий и развития людей)
	Организационные (системы организационного управления, обеспечивающие координацию действий для нормального функционирования и развития выше названных систем)
	Системы управления (содержат управляемую и управляющую подсистемы)

Выделяют также линейные и нелинейные системы, системы дискретного и непрерывного действия, др.

2.4. Классификация связей

Основные характеристики связей

Связь определяется как физический канал, по которому происходит обмен веществом, энергией и информацией между элементом системы и системы с окружающей средой.

Основными характеристиками связи являются: физическое наполнение, направленность, мощность и роль (полезность) в системе.

Наличие существенных устойчивых связей между элементами и/или их свойствами, превосходящих по мощности (силе) связи этих элементов с элементами, не входящими в данную систему, является важнейшим условием существования и сохранения целостности системы.

С системных позиций значение имеют не любые, а лишь существенные связи, которые с закономерностью определяют интегративные свойства системы. Указанное свойство (интегративность) отличает систему от конгломерата и выделяет ее из окружающей среды в виде целостного образования.

Роль связи в системе определяется характером ее влияния на ход процессов, протекающих в системе.

В этом смысле различают цели: соединительные, ограничивающие, усиливающие (ослабляющие), запаздывающие (опережающие, мгновенные), селективирующие, преобразующие, согласующие и координирующие, а также положительные и отрицательные обратные связи.

Рассматривая основные характеристики связей, отметим, что связь исследована или спроектирована, если:

1. Определено физическое наполнение (субстрат) связи.
2. Установлена (в задачах синтеза) или найдена (в задачах анализа) *направленность* связи между элементами системы или некоторыми свойствами этих элементов.
3. Определена *интенсивность* (*мощность*, *сила*) каждой связи.
4. Определена (рассчитана) *ценность* (*полезность*) связи для достижения целей системы.
5. Определена *степень влияния исходящих связей* элемента системы на входящие связи других элементов системы.

По физическому наполнению связи подразделяются на: *вещественные, энергетические, информационные и смешанные*.

По направленности различаются связи: *прямые, обратные, контрсвязи и нейтральные*.

Мощность вещественных и энергетических связей оценивается по интенсивности потока вещества или энергии. Для информационных связей оценкой потенциальной мощности может служить ее пропускная способность, а реальной мощности – действительная величина потока информации.

В общем случае, кроме оценки мощности информационных связей, необходимо учитывать и качественные характеристики передаваемой информации: ценность, полезность, новизна, актуальность, точность, оперативность приема-передачи и сложность.

Требования к качественным характеристикам связей определяются целями, функциями и структурой системы.

Важно отметить, что:

а) связи *задаются* в процессе проектирования системы, а *реализуются* в процессе ее функционирования;

б) каждая связь должна быть изучена и описана по всем классификационным признакам (классификацию связей см. ниже).

Классификация связей

Существуют различные подходы к решению проблемы классификации связей. В методологическом аспекте следует различать [12]:

– связи, присущие любым объектам и явлениям, например, причина–следствие, общие–единичные, аргумент–функция, старое–новое, др.);

– специфические связи, характерные для конкретных областей реального мира (например, в неорганической природе: притяжение–отталкивание; в органической природе: взаимодействие растительного и животного мира; в общественной жизни: взаимосвязь базиса и надстройки; др.).

Достаточно аргументированной и полезной является классификация типов связей, изложенная в [24, 25].

1. *Связи взаимодействия* (координации), среди которых различают *связи свойств* (такие связи фиксируются, например, в формулах физики типа $pV = \text{const}$) и *связи объектов* (например, связи между фирмой – поставщиком и фирмой – потребителем поставляемых ресурсов).

Особый вид связей взаимодействия составляют связи между отдельными людьми, а также между коллективами или социальными системами. Специфика этих связей состоит в том, что они опосредуются целями, которые преследует каждая из сторон взаимодействия. В рамках этого типа связей различают *кооперативные* и *конфликтные* связи.

Следует отметить, что связи взаимодействия представляют наиболее широкий класс связей. В системном мышлении именно связи взаимодействия подлежат глубокому анализу.

2. *Связи порождения* (генетические) означающие, что один объект выступает как основание, вызывающее к жизни другой (например, связь типа «А отец В»).

3. *Связи преобразования*, среди которых следует выделить:

– связи преобразования, *реализуемые через определенный объект*, обеспечивающий это преобразование (например, связи, обеспечивающие преобразование механической энергии в электрическую);

– связи преобразования, *реализуемые путем непосредственного взаимодействия двух или более объектов*. Благодаря такому взаи-

модействию, объекты (порознь или совместно) переходят из одного состояния в другое (таково, например, взаимодействие живых организмов и среды в процессе видообразования).

4. *Связи строения* или структурные (например, иерархические связи, устанавливаемые в той или иной организационной структуре управления).

5. *Связи функционирования*, обеспечивающие реальную жизнедеятельность объекта или его работу. Многообразие функций в исследуемом объекте определяет и многообразие видов связей функционирования. В общем виде связи функционирования можно подразделить на *связи состояний* (когда следующее по времени состояние является функцией от предыдущего) и *связи, объединяющие объекты*, реализующую единую для них функцию.

6. *Связи развития* можно рассматривать как модификацию функциональных связей состояний, с той, однако, разницей, что развитие существенно отличается от простой смены состояний. В функционировании связи более или менее строго определяют последовательность состояний и, по существу, выражают основную схему содержания и протекания всего процесса. Развитие же характеризуется как смена состояний объекта, приводящая к формированию его новых свойств.

В отдельных видах деятельности связи могут классифицироваться и по другим основаниям. Например, различают связи: существенные–несущественные; взаимные–односторонние; полезные–бесполезные (избыточные) – вредные; прямые–обратные; жесткие (в технике) – гибкие (в экономике, обществе).

Важно также различать рекурсивные, синергические и циклические связи [22].

Используя выше приведенные результаты, приведем расширенную классификацию связей (табл. 2.5).

Таблица 2.5

Расширенная классификация связей

Признаки (основания) классификации	Виды связей
1. По субстрату (по природе)	1.1. Материальные 1.2. Информационные 1.3. Энергетические

Продолжение табл. 2.5

Признаки (основания) классификации	Виды связей
2. По воздействию	2.1. Односторонние 2.2. Двусторонние (взаимосвязь) 2.3. Нейтральные
3. По значимости	3.1. Основные 3.2. Дополнительные 3.3. Вспомогательные
4. По направлению	4.1. Прямые 4.2. Обратные
5. По автономности	5.1. Автономные 5.2. Неавтономные
6. По предсказуемости	6.1. Запрограммированные: 6.1.1. С постоянно заданной интенсивностью 6.1.2. С запрограммировано меняющейся интенсивностью 6.2. Случайные (незапрограммированные)
7. По проявлению во времени	7.1. Статические (стационарные) 7.2. Динамические (изменяющиеся)
8. По стабильности	8.1. Стабильные 8.2. Нестабильные
9. По роли	9.1. Активные 9.2. Пассивные 9.3. Резервные 9.4. Дублирующие
10. По функциям	10.1. Управляющие 10.2. Регулирующие 10.3. Информрующие 10.4. Контролирующие 10.5. Координирующие 10.6. Обеспечивающие 10.7. Порождающие 10.8. Преобразующие 10.9. Структурные 10.10. Функциональные 10.11. Развития
11. По структуре	11.1. Сходящиеся 11.2. Расходящиеся 11.3. Ветвящиеся

Продолжение табл. 2.5

Признаки (основания) классификации	Виды связей
12. По источнику возникновения	12.1. Природные 12.2. Технологические 12.3. С участием человека
13. По управляемости	13.1. Управляемые 13.1.1. В автономном режиме 13.1.2. С участием человека 13.2. Неуправляемые
14. По последствиям «сбоев»	14.1. Катастрофические 14.2. Критические 14.3. Тяжелые 14.4. «Легкие ушибы»
15. По устойчивости	15.1. Устойчивые – связи, направленные на сохранение равновесия (или гомеостаза) при воздействии на систему возмущающих факторов. В общем случае, устойчивые связи направлены на обеспечение стабильности функционирования системы, а не на ее развитие. 15.2. Неустойчивые
16. По способности к восстановлению	16.1. Возобновляемые (регенеративные): 16.1.1. Внешнерегенеративные 16.1.2. Авторегенеративные 16.2. Невосстанавливаемые
17. По однородности	17.1. Однородные (гомогенные) 17.1.1. Гомогенные по виду взаимодействия 17.1.1.1. Односторонние 17.1.1.2. Двусторонние 17.1.1.3. Нейтральные 17.1.2. Гомогенные по субстрату 17.1.2.1. Материальные (вещественные) 17.1.2.2. Информационные 17.1.2.3. Энергетические 17.2. Неоднородные 17.2.1. Неоднородные по виду взаимодействия 17.2.2. Неоднородные по субстрату
18. По адаптации к условиям реализации	18.1. Адаптивные 18.2. Неадаптивные

Продолжение табл. 2.5

Признаки (основания) классификации	Виды связей
19. По способу регулирования интенсивности связи	19.1. Регулируемые 19.2. Нерегулируемые (стационарные) 19.3. Саморегулируемые (самонастраивающиеся)
20. По количеству обслуживаемых функций	20.1. Обслуживающие одну функцию 20.2. Обслуживающие несколько функций
21. По происхождению	21.1. Естественные (природные) 21.2. Искусственные (устанавливаемые человеком) 21.3. Генетические
22. По среде, в которой связи реализуются	22.1. Вода 22.2. Воздух 22.3. Земля 22.4. Электромагнитное поле 22.5. Органы чувств человека (зрение, слух, осязание, обоняние, др.)
23. По наблюдаемости	23.1. Открытые (наблюдаемые) 23.2. Скрытые (не наблюдаемые)
24. По реализации во времени (см. рис. 2.1 и 2.2)	24.1. По периодичности (длительности по времени): 24.1.1. Постоянная периодичность 24.1.2. Непостоянная, но заранее заданная периодичность 24.1.3. Произвольная периодичность 24.2. Непрерывная реализация во времени 24.3. По ритмичности: 24.3.1. Ритмичные 24.3.2. Неритмичные, но запрограммированные 24.3.3. Ритм произвольный (случайный) 24.4. По интенсивности во времени 24.4.1. Затухающие (интенсивность связи уменьшается) 24.4.2. Усиливающиеся 24.4.3. Постоянные 24.5. По следованию связей во времени 24.5.1. Последовательные 24.5.2. Параллельные 24.5.3. Параллельно-последовательные (сетевая организация связей)

Признаки (основания) классификации	Виды связей
25. По зависимости от условий внешней среды	25.1. Требующие наличия конкретных внешних условий 25.2. Независимые от условий внешней среды
26. По опосредованности передачи субстанции ¹ по связям (см. рис. 2.3.)	26.1. Непосредственные 26.2. Опосредствованные (косвенные)
27. По полноте связей, необходимых для функционирования системы	27.1. Минимальные (отсутствие хотя бы одной связи из заданного множества разрушает систему или трансформирует ее в другую) 27.2. Резервные (особо важные для системы связи, которые из резервных переводятся в действующие при особых обстоятельствах) 27.3. Дублирующие (избыточные связи, не относящиеся ни к минимальным ни к резервным, следовательно, должны быть упразднены)
28. По детерминированности	28.1. Детерминированные (при наличии одной связи должна с необходимостью реализоваться некоторая другая) 28.2. Недетерминированная (причинно-следственное отношение между связями отсутствует)



Рис. 2.1. Иллюстрация периодичности и ритмичности связей (см. пп. 24.3.2 и 24.1.2 табл. 2.5)

¹ Под субстанцией понимается то, что «транспортируется» (во времени и пространстве) по каналу связи: вещество, информация или энергия.

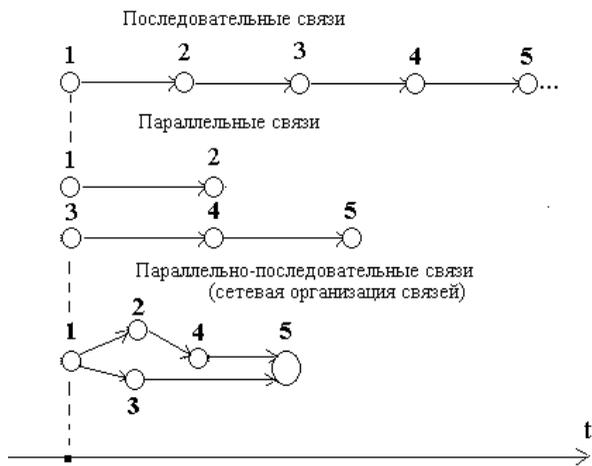


Рис. 2.2. Иллюстрация последовательности связей во времени (см. п. 24.5 табл. 2.5)

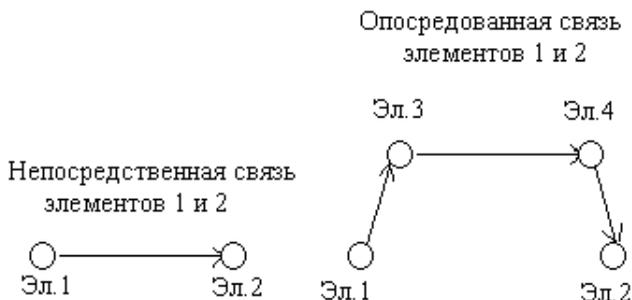


Рис. 2.3. Иллюстрация непосредственных и опосредованных связей (см. п. 26 табл. 2.5)

Классификация связей с учетом их интенсивности $\delta_{i,j}$

В соответствии с признаком 2 (см. расширенную классификацию связей) связи бывают: двусторонние, односторонние и нейтральные. Кроме того, как было сказано выше, связи характеризуются *направленностью*, *интенсивностью* и их *полезностью* для достижения целей системы.

Направленность связей будем обозначать стрелкой: \rightarrow .

Интенсивность информационных связей определяется пропускной способностью каналов и реальными потоками информации. Для

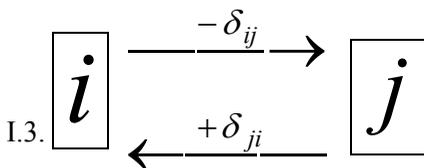
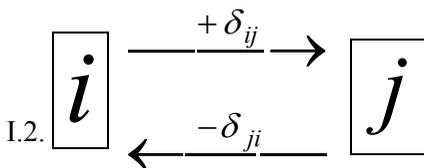
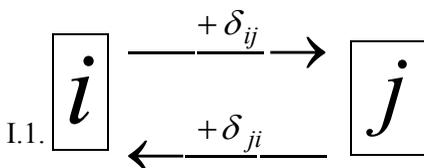
материальных и энергетических связей интенсивность описывается объемными характеристиками вещества и энергии, выражаемыми в соответствующих единицах измерения.

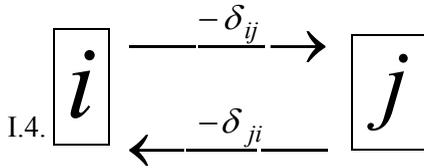
Полезность (ценность) передаваемой информации, вещества или энергии оценивается с точки зрения их влияния на достижение целей системы.

Интегральную оценку интенсивности и полезности материальных, энергетических и информационных связей обозначим $\delta_{i,j}$, где i, j – объекты, между которыми устанавливается или исследуется связь.

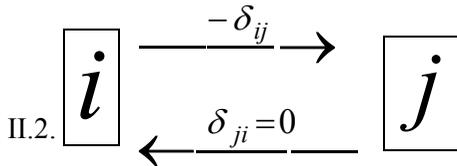
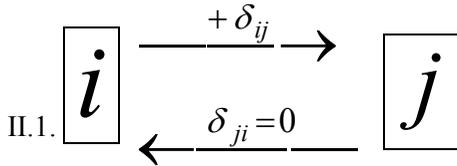
Для расчета значений $\delta_{i,j}$ могут быть использованы различные процедуры, включая экспертные, алгоритмические, математические и статистические.

Графически виды связей с учетом направленности, а также интенсивности и полезности $\delta_{i,j}$ представлены ниже.

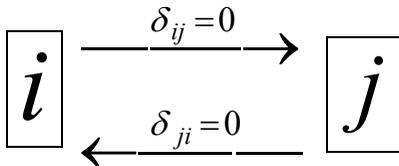




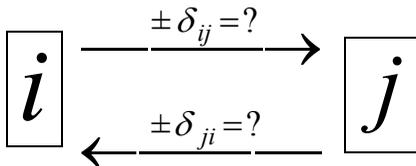
II. Односторонние связи (связи воздействия)



III. Отсутствие связей



IV. Неустановленные связи



Классификация связей по видам их интенсивности δ_{ij}

I. Связи типа «взаимодействие»

I.1. Положительное взаимодействие:

I.1.1. Положительное симметричное: $\delta_{ij} = \delta_{ji}$, $\delta_{ij} > 0$, $\delta_{ji} > 0$.

I.1.2. Положительное ассиметричное:

I.1.2.1. $\delta_{ij} \neq \delta_{ji}$, $\delta_{ij} > \delta_{ji}$, $\delta_{ij} > 0$, $\delta_{ji} > 0$.

I.1.2.1.1. $\delta_{ij} = \text{const}$ (на числовой оси N_i) и $\delta_{ji} = \text{const}$ (на числовой оси N_j);

I.1.2.1.2. $\delta_{ij} \neq \text{const}$ (на числовой оси N_i) и $\delta_{ji} \neq \text{const}$ (на числовой оси N_j);

I.1.2.2. $\delta_{ij} \neq \delta_{ji}$, $\delta_{ij} < \delta_{ji}$, $\delta_{ij} > 0$, $\delta_{ji} > 0$.

I.1.2.2.1. $\delta_{ij} = \text{const}$ (на числовой оси N_i) и $\delta_{ji} = \text{const}$ (на числовой оси N_j); I.1.2.2.2. $\delta_{ij} \neq \text{const}$ (на числовой оси N_i) и $\delta_{ji} \neq \text{const}$ (на числовой оси N_j);

I.2. Отрицательное взаимодействие (противодействие):

I.2.1. Отрицательное симметричное: $-\delta_{ij} = -\delta_{ji}$, $\delta_{ij} < 0$, $\delta_{ji} < 0$.

I.2.2. Отрицательное ассиметричное:

I.2.2.1. $\delta_{ij} \neq \delta_{ji}$, $|\delta_{ij}| < |\delta_{ji}|$, $-\delta_{ij} < -\delta_{ji}$, $\delta_{ij} < 0$, $\delta_{ji} < 0$,

I.2.2.2. $\delta_{ij} \neq \delta_{ji}$, $|\delta_{ij}| > |\delta_{ji}|$, $-\delta_{ij} > -\delta_{ji}$, $\delta_{ij} < 0$, $\delta_{ji} < 0$.

I.3. Противоположное взаимодействие (противодействие):

I.3.1. Противоположное симметричное:

I.3.1.1. $\delta_{ij} = -\delta_{ji}$, $|\delta_{ij}| = |\delta_{ji}|$, $\delta_{ij} > 0$, $\delta_{ji} < 0$,

I.3.1.2. $-\delta_{ij} = \delta_{ji}$, $|\delta_{ij}| = |\delta_{ji}|$, $\delta_{ij} < 0$, $\delta_{ji} > 0$.

I.3.2. Противоположное ассиметричное

I.3.2.1. $|\delta_{ij}| \neq |\delta_{ji}|$, $\delta_{ij} > 0$, $\delta_{ji} < 0$, $|\delta_{ij}| > |\delta_{ji}|$,

I.3.2.2. $|\delta_{ij}| \neq |\delta_{ji}|$, $\delta_{ij} > 0$, $\delta_{ji} < 0$, $|\delta_{ij}| < |\delta_{ji}|$,

I.3.2.3. $|\delta_{ij}| \neq |\delta_{ji}|$, $\delta_{ij} < 0$, $\delta_{ji} > 0$, $|\delta_{ij}| > |\delta_{ji}|$,

I.3.2.4. $|\delta_{ij}| \neq |\delta_{ji}|$, $\delta_{ij} < 0$, $\delta_{ji} > 0$, $|\delta_{ij}| < |\delta_{ji}|$.

Связи типа «воздействие» см. после рис. 2.4.

Для наглядности данную классификацию представим в виде граф-дерева (рис. 2.4).

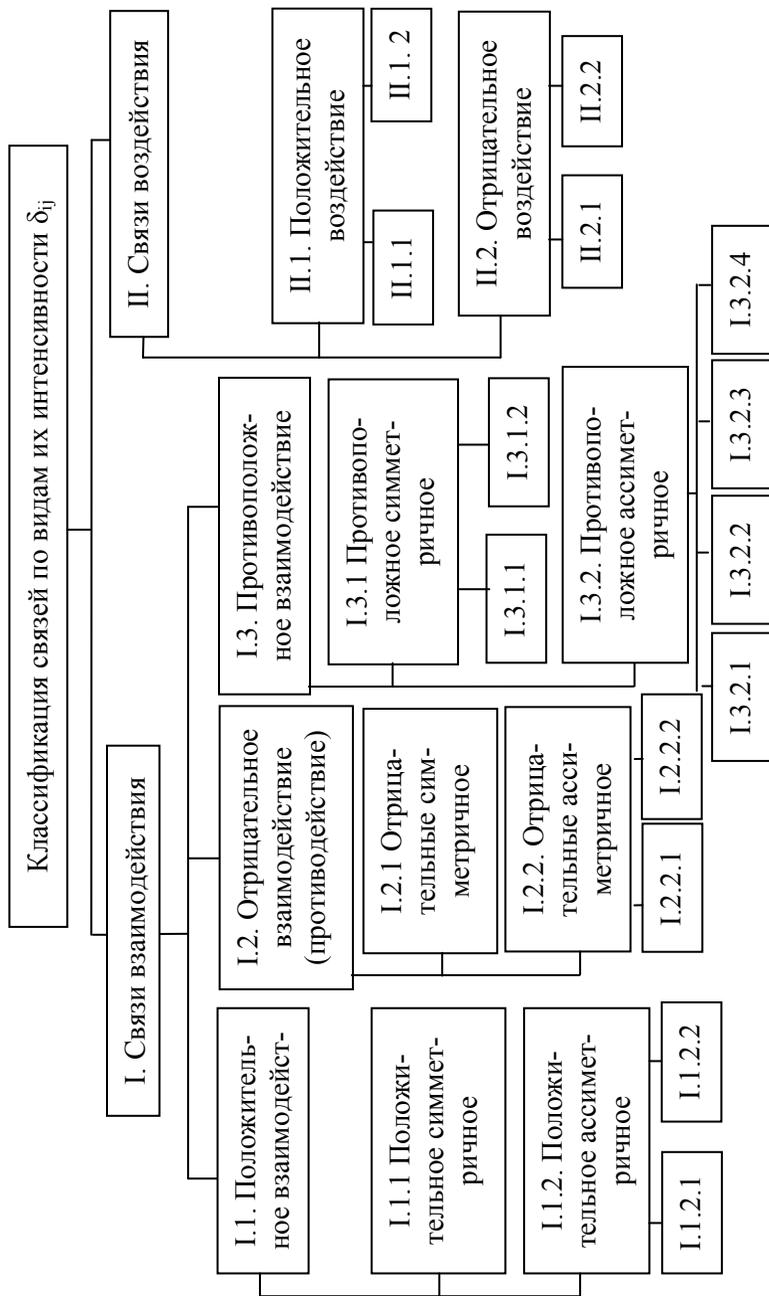


Рис. 2.4. Граф-дерево связей по видам их интенсивности δ_{ij}

II. Связи типа «воздействие»

II.1. Положительное воздействие:

II.1.1. $\delta_{ij} > 0, \delta_{ji} = 0$.

II.1.2. $\delta_{ji} > 0, \delta_{ij} = 0$.

II.2. Отрицательное воздействие:

II.2.1. $\delta_{ij} < 0, \delta_{ji} = 0$.

II.2.2. $\delta_{ji} < 0, \delta_{ij} = 0$.

II.3. Нулевое воздействие (нулевое взаимодействие):

$\delta_{ij} = 0$ и $\delta_{ji} = 0$.

Выводы по материалу, изложенному в главе 2

1. Рассмотрены сущность, цели и область применения системного мышления (СМ).

2. Проанализированы различные аспекты и характеристики СМ.

3. Рассмотрены основные понятия СМ.

4. Приведены и проанализированы различные классификации систем по разным основаниям, а также предложена автором обобщенная классификация систем.

5. Проанализированы подходы к пониманию сущности связей, приведены некоторые классификации связей, предложенные различными авторами.

6. Предложена разработанная автором обобщенная классификация связей с учетом их интенсивности.

7. Знание и понимание сущности перечисленных вопросов являются залогом того, что для заинтересованного, творчески мыслящего читателя системное мышление, является инструментом, с помощью которого решаются сложные проблемы в проектной и управленческой деятельности.

Темы рефератов, статей

1. Сущность системного мышления: новая парадигма системных исследований.

2. Анализ основных характеристик системного мышления.

3. Обзор научных и практических результатов, полученных в системном мышлении за последнее десятилетие.
4. Анализ понятий, используемых в системном мышлении.
5. Анализ существующих классификаций систем.
6. Сущность и разновидности связей.
7. Анализ классификаций связей.
8. Интенсивность связей: сущность, виды и способы измерения.
9. Среда обитания и среда преобразования системы.
10. Проблемы закрытых социальных систем.

Вопросы о задания для самоконтроля

1. Какие требования предъявляются к построению классификаций?
2. Охарактеризуйте основные разновидности систем.
3. В чем специфика сложных систем?
4. Каковы основные подходы к пониманию сложности систем?
5. Что такое сложность системы? Из чего она складывается?
6. Каковы особенности социальных систем по сравнению с системами иной природы?
7. Что такое среда системы?
8. Чем различаются между собой внутренняя и внешняя среды системы?
9. Каким образом осуществляется взаимодействие системы со средой?
10. Что такое адаптация системы к среде? Каковы ее ограничения?
11. Дайте характеристику основных разновидностей адаптации.
12. Дайте сравнительную характеристику открытых и закрытых систем.
13. Охарактеризуйте факторы среды, воздействующие на систему.

ГЛАВА 3. ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ

*«Знание некоторых принципов легко
возмещает незнание некоторых фактов».*

*Клод Гельвеций,
французский философ XVIII в.*

Формулирование, анализ и практическое применение принципов системного мышления является одним из основных результатов, полученных в рамках раскрытия сущности системного мышления.

Термин «принцип» (от лат. *principium* – «основа, начало») в философско-концептуальном и системологическом смыслах трактуется следующим образом:

1. Основное, исходное положение какой-либо теории, учения и т.д.; руководящая идея, основное правило деятельности; внутреннее убеждение, взгляд на вещи, определяющие норму поведения; основа устройства, действия какого-либо механизма, прибора, установки [13].

2. основополагающее первоначало, основное положение, исходный пункт, предпосылка какой-либо теории, концепции [12].

3. Наиболее общее правило деятельности, которое обеспечивает его правильность, но не гарантирует его однозначность и успех [9].

Таким образом, принципы системного мышления (СМ) – это некоторые положения общего характера, являющиеся обобщением опыта работы человека со сложными системами. Другими словами, принципы СМ – это правила, рекомендации, «аксиомы», утверждения, постулаты, проверенные на протяжении длительного периода времени в практической управленческой и проектной деятельности и теоретически осмысленные в рамках системной методологии.

Принципы СМ носят методологический характер безотносительно к конкретным видам деятельности и предметной сущности исследуемых объектов. Это означает, что в каждой конкретной ситуации исследователь должен *творчески* осмысливать и уметь *применять* эти принципы для решения *конкретных* задач.

Основными классами задач, решаемых с помощью использования принципов СМ, являются:

- анализ эффективности функционирования существующих систем;
- синтез (проектирование) новых сложных объектов;

– формулирование и анализ возникающих в процессе деятельности проблем;

– поиск и применения конкретных способов преодоления проблем.

Сформулируем и проанализируем наиболее важные принципы СМ, имея виду, что в процессе системных исследований могут (и будут) формулироваться новые и уточняться рассматриваемые в данной работе принципы СМ.

Важно отметить, что принципы СМ – это не множество и не совокупность, а *открытая система*, элементы которой постоянно дополняются, а связи – постоянно уточняются.

1. Принцип системности. Любой объект, процесс или явление, представляющий интерес для исследователя, может быть рассмотрен и изучен как система с целью получения необходимой и достаточной информации (знания) для дальнейшего оперирования (например, управления) с этим объектом.

Принцип системности предполагает представление исследуемого объекта как некоторой системы, характеризующейся:

- элементным составом;
- структурой как формой взаимосвязи элементов;
- функциями элементов и функциями целого;
- взаимосвязью и взаимозависимостью внутренней и внешней среды системы;
- законами развития системы и ее составляющих.

Важно отметить, что принцип системности раскрывает, обобщает и конкретизирует принципы диалектики, такие как: всеобщая связь; взаимодействие; развитие (как борьба противоположностей); закон перехода количественных изменений в качественные; др.

Примеры: для альпиниста Кавказские горы – это не просто множество вершин, перевалов, ледников, морен, лавин, селевых потоков и т.д., а система, в которой все эти элементы связаны и взаимозависимы между собой; для климатолога облака – это тоже система, на основе знания которой рассчитываются прогнозы; для предпринимателя фирма – это не только лишь наличие всех видов ресурсов, необходимых для производства некоторого продукта, а целенаправленная система, функционирующая для удовлетворения потребностей внешней среды, от которой зависит эффективность, полезность и результативность функционирования предприятия.

Читатель без труда приведет другие примеры из медицины, биологии, математики, физики, химии и инженерных наук.

Несмотря на кажущуюся простоту принципа системности, в нем отражена одна из важнейших характеристик системного мышления.

2. Принцип разнообразия представления и исследования объекта в виде системы. В зависимости от целей исследования, объект может быть представлен в виде системы множеством возможных способов¹.

Рассмотрим пять способов представления исследуемого объекта в виде системы, наиболее часто используемых на практике.

Способ 1. Представление объекта в виде системы на уровне его структуры S_{tr} (3.1).

$$S \approx S_{tr} = \langle X, Y \rangle, \quad (3.1)$$

где X – множество элементов системы;

Y – множество связей между элементами.

Виды связей и их анализ подробно рассмотрены в п. 2.4.

Эффективным способом представления информации о структуре S_{tr} является:

а) информация, отображаемая в виде граф-дерева (или соответствующей ему матрицы смежности), позволяющая выяснить существование и изучить иерархические связи типа «целое-часть» на множестве элементов X ;

б) информация, представленная в виде орграфа (или соответствующей ему матрицы инцидентий), которая позволяет выяснить и изучить связи между элементами $x \in X$ вне зависимости от уровней иерархии этих элементов в граф-дереве.

Виды информации, полученные на граф-дереве и орграфе дополняют друг друга и дают достаточно полное представление об упорядоченности и связности $x \in X$.

¹ Например, А.И. Уёмов в своей книге [7] проанализировал несколько десятков определений понятия «система». В данной работе (п. 2.3) проанализированы некоторые классификации систем по различным основаниям, дающие представление о множественности способов представления исследуемого объекта в виде системы.

С помощью формулы (3.1) исследуемый объект изучается только на уровне его структуры.

Способ 2. Представление объекта как системы в виде «черного ящика» (3.2).

$$S = \langle I, O, R_{o,i} \rangle, \quad (3.2)$$

где I – входы системы (вещественные, информационные, энергетические);

O – выходы системы (вещественные, информационные, энергетические);

$R_{o,i}$ – обратная связь между выходами O и входами I , устанавливаемая исследователем.

Такой способ представления системы позволяет изучить взаимодействие системы с внешней средой (как по входам, так и по выходам) и, кроме того, в итерационном режиме помогает получить информацию о «внутреннем устройстве» системы.

Способ 3. Представление объекта как системы в виде «восьмерки» параметров (3.3).

$$S = \langle P, F, S_{tr}, I, O, R, E, H \rangle, \quad (3.3)$$

где P – цель (и) создания и функционирования системы;

F – функции системы, понимаемые как множество действий, необходимых и достаточных для достижения целей P .

Отметим, что функции, организованные во времени и пространстве на заданной структуре, образуют *процесс* функционирования системы:

S_{tr} – структура системы (см. формулу 3.1);

I – входы системы (см. формулу 3.2.);

O – выходы системы (см. формулу 3.2.);

R – ресурсы системы, необходимые и достаточные для преобразования входов I в выходы O посредством выполнения функций F , реализуемых на структуре S_{tr} ;

E – среда функционирования системы:

$$E = \langle E_{\text{внутр}}, E_{\text{внеш}} \rangle, \quad (3.4)$$

где $E_{\text{внутр}}$ – внутренняя среда системы (основные производственные и непроизводственные фонды, трудовые ресурсы, производственные технологии и технологии управления, информационное обеспечение процессов производства, др.);

$E_{\text{внеш}}$ – внешняя среда:

$$E_{\text{внеш}} = \langle E_{\text{надс}}, E_{\text{сно}}, E_{\text{макро}} \rangle, \quad (3.5)$$

где $E_{\text{надс}}$ – надсистема, элементом которой является рассматриваемая система;

$E_{\text{сно}}$ – среда непосредственного окружения (конкуренты, потребители, рынок труда, налоговые, таможенные, экологические, санитарно-гигиенические организации, др.);

$E_{\text{макро}}$ – макросреда (политическая, социальная, правовая, природно-естественная и другие компоненты).

H – тенденции развития системы:

$$H = \langle h_{\text{пр}}, h_{\text{наст}}, h_{\text{буд}} \rangle, \quad (3.6)$$

где $h_{\text{пр}}$ – тенденции развития системы S в прошлые периоды времени;

$h_{\text{наст}}$ – тенденция развития системы S в настоящий период времени;

$h_{\text{буд}}$ – прогнозируемые тенденции развития системы S в будущие периоды времени.

Способ 4. Представление объекта в виде системы, включающей одиннадцать параметров:

$$S = \langle P, F, S_{\text{т}}, I, O, R, WP, \text{Cat}, \text{Ing}, E, H \rangle, \quad (3.7.)$$

где WP – основной (системообразующий) бизнес-процесс, реализуемый в системе;

Cat – подсистема «Катализатор» (ускоритель) процессов, направленных на достижение целей системы (см. принцип № 28);

Ing – подсистема «Ингибитор», целью которой является устранение событий и процессов, препятствующих достижению целей системы. (см. принцип № 27);

Способ 5. Представление объекта в виде системы, включающей двенадцать параметров:

$$S = \langle P, E, S_{\text{ц}}, I, O, \text{Cond}, R, E, H, \text{WP}, \text{Ing}, \text{Cat} \rangle, \quad (3.8)$$

где Cond – условия существования системы (рис. 3.1).

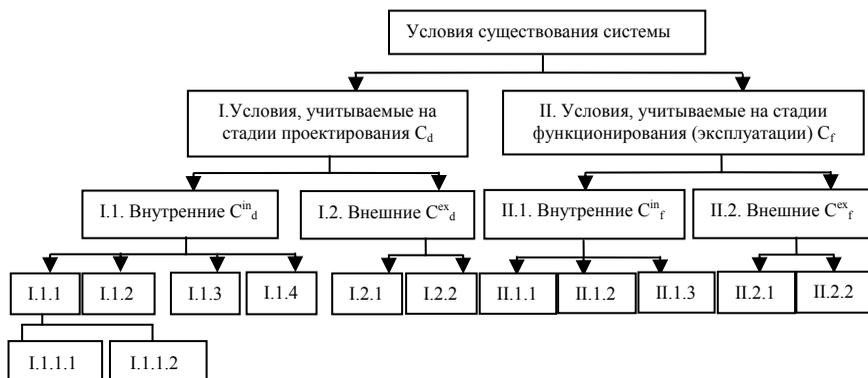


Рис. 3.1. Классификация условий существования системы

Комментарии к рис. 3.1.

I. C_d – условия, учитываемые на стадии проектирования объекта:

I.1. C_d^{in} – *внутренние условия и ограничения*, учитываемые при проектировании (конструировании, создании) объекта:

I.1.1. Объективные ограничения (естественно-природные):

I.1.1.1. Объективные законы (физики, химии, биологии, экономики, материаловедения, термодинамики, механики, др.);

I.1.1.2. Временные и пространственные ограничения;

I.1.2. Учет возможностей, особенностей и ограничений человека-разработчика (научного работника, программиста, конструктора): психологические, физиологические, эргономические, эстетические, санитарно-гигиенические, нравственные, эмоциональные, уровень квалификации, др.;

I.1.3. Ресурсные ограничения проектной организации-разработчика: по срокам проектирования, ограничения проектной организации по материальным, информационным, организацион-

ным, квалификационным, технологическим, трудовым, энергетическим, финансовым ресурсам, др.;

1.1.4. Требования стандартов организации-разработчика по унификации, типизации, нормам расхода материалов, технологичности, др.;

1.2. C_d^{ex} – *внешние требования и ограничения*, учитываемые при проектировании объекта:

1.2.1. Требование государственных, отраслевых, международных стандартов и соглашений (экологические, санитарно-гигиенические, по качеству, безопасности, логистике, тактико-техническим характеристикам объекта, др.);

1.2.2. Технические требования (ТТ) и условия (ТУ) заказчика (потребителя): по надежности, безопасности, гарантийному обслуживанию, эстетике, экономичности, по функциям, др.

II. C_f – условия, учитываемые на стадии функционирования (эксплуатации) объекта:

II.1. C_f^{in} – внутренние требования и ограничения организации-разработчика, которые должны выполняться в процессе функционирования (эксплуатации, потребления) объекта:

II.1.1. Выполнение (исполнение) требований государственных, отраслевых стандартов и стандартов предприятия в процессе эксплуатации системы (по надежности, долговечности, безопасности, ремонтпригодности, гигиене, срокам хранения, др.);

II.1.2. Выполнение требований по эксплуатации системы, зафиксированных в инструкциях, включая гарантийные услуги, режимы и условия эксплуатации, перечень и объемы работ по всем видам ремонтов, технологии утилизации, др.;

II.1.3. Выполнение требований изложенных в пункте I.1.2.;

II.2. C_f^{ex} – внешние требования, подлежащие выполнению в процессе функционирования (эксплуатации) системы;

II.2.1. Требования по соблюдению экологических и санитарно-гигиенических норм и безопасности в процессе эксплуатации;

II.2.2. Выполнение «рыночных» требований по международным соглашениям и договорам (по логистике, по объемам и срокам доставки, ценам, др.)

II.1.3. Учет возможностей, особенностей и ограничений человека-оператора: психологические, физиологические, эргономические, эстетические, санитарно-гигиенические, нравственные, эмоциональные, уровень квалификации, др.;

Выводы по обсуждаемому принципу разнообразия представления и исследования объекта в виде системы:

✓ Нетрудно видеть, что на каждом последующем уровне представления системы увеличивается объем информации об исследуемом объекте (рис. 3.1).

✓ Важно отметить, что исходя из особенностей конкретной решаемой задачи, исследователь может не только воспользоваться любым (или любыми) из пяти рассмотренных способов представления системы, но и «сконструировать» другой приемлемый для себя способ на базе двенадцати параметров, записанных в формуле 3.8.

✓ Если с помощью некоторого способа системного представления объекта исследователь находит решение поставленной задачи, то, в общем случае, нет необходимости переходить к другим способам представления объекта как системы. Если же полученной информации недостаточно, то такой переход необходим.

✓ О логической последовательности перехода от одного уровня системного представления объекта к другому:

Иницилируя системное исследование конкретного объекта, исследователь может выбрать любой из пяти способов. Однако, с позиции системного мышления, исследование объекта с *необходимостью* начинается с изучения внешней среды, с которой объект взаимодействует. Другими словами, объект представляется и изучается как открытая система, что позволяет в дальнейшем исследовании:

– глубже изучить объект как закрытую систему, т.е. понять его цели, структуру, процесс и функции;

– выявить недостатки в этих параметрах;

– сформулировать причины возникновения проблемных ситуаций (т.е. сформулировать проблему);

– и, наконец, найти адекватные средства разрешения проблемы.

✓ Исходя из особенностей конкретной решаемой задачи, исследователь может «расширять» (т.е. учитывать больше, чем двенадцать параметров, записанных в формуле (3.8)), используя любой из рассматриваемых в данной главе принципов системного мышления (см., например, правило 5 в принципе 9) и, таким образом, уточнять (расширять) системную модель объекта.

✓ Отметим что, для удобства дальнейшего изложения материала в качестве иллюстративного будем использовать способ 3 (формулу 3.3.) системного представления объекта («восьмерка») (рис. 3.2).

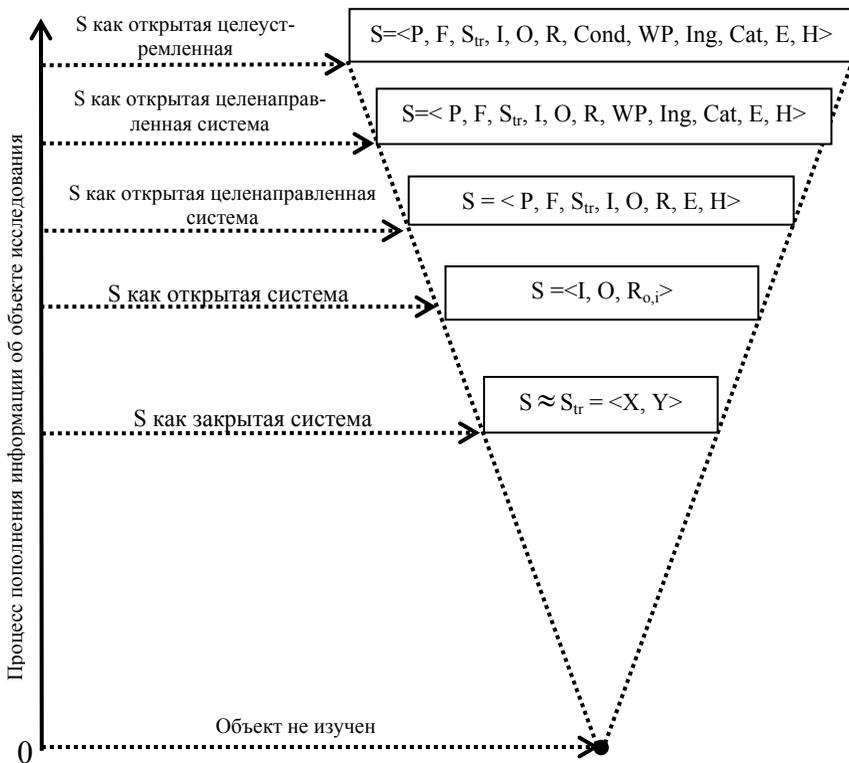


Рис. 3.2. Развертываемость системных моделей «от простого к сложному» как процесс пополнения информации об объекте исследования

3. Принцип необходимости. При решении задач *анализа, синтеза* или *познания*, системное изучение объекта с необходимостью проводится в том случае, если существует *проблемная ситуация*, к которой объект имеет прямое или косвенное отношение.

В этом случае проблемная ситуация сама исследуется как система с целью выявления причины ее возникновения (см. принцип рекурсивности).

При этом, исследователь выбирает один или последовательно несколько из способов представления объекта как системы (см. принцип 2).

4. Принцип существования системы. Система существует как целое тогда и только тогда, когда элементы системы связаны между собой сильнее, чем с элементами внешней среды.

В противном случае, элемент нарушает целостность системы и исключается из нее, образуя собственную или становится элементом другой системы.

Отметим, что связи (по видам и интенсивности) должны быть необходимыми и достаточными для достижения целей системы, т.к. цель является основным системообразующим фактором любой целенаправленной системы.

Пример. Если некоторое подразделение предприятия ослабляет (или не осуществляет) материальные, информационные или энергетические связи с другими подразделениями, то это означает, что оно (подразделение) реализует некоторые свои собственные цели, не связанные с целями предприятия. Следовательно, такое подразделение стремится образовать собственную систему или перейти в состав другого субъекта хозяйствования.

5. Принцип целесообразности. Любой объект целесообразно представлять и исследовать в виде системы S, если он обладает следующими свойствами:

- объект, включает в себя больше, чем один элемент;
- в объекте между элементами существуют наблюдаемые связи любой природы и вида;
- объект обладает свойством организованности, т.е. характеризуется упорядоченностью действий (функций) во времени и пространстве;
- объект обладает интегративными (эмерджентными) свойствами, не сводимыми к свойствам его частей.

6. Принцип эмерджентности (от. англ. emergence – «появление»).

*«...Даже зная свойства частей
и законы их взаимодействия,
очень непросто вывести
свойства целого».
Герберт А. Саймон*

Сущность принципа эмерджентности кратко можно выразить тремя способами:

1. Целое больше суммы его частей.

2. Эффективность целого (\mathcal{E}_s) больше, чем суммарная эффективность его частей (\mathcal{E}_i):

$$\mathcal{E}_s > \sum_{i=1}^l \mathcal{E}_i, \quad (3.9)$$

где \mathcal{E}_s – эффективность системы;

\mathcal{E}_i – эффективность каждой i -й части системы.

3. Система обладает такими *интегральными свойствами*, которыми не обладает ни одна из ее частей. Другими словами, система существует и функционирует до тех пор, пока она обладает хотя бы одним свойством, которым не обладает ни один из ее элементов. Такие свойства системы называются интегративными или эмерджентными.

Качество свойств частей *влияет* на эмерджентность, но не определяет ее. С другой стороны, эмерджентные свойства системы *с необходимостью предопределяют* свойства ее частей. Если же это условие не выполняется, то такая система является слабой (см. п. 2.3) и трансформируется в некоторую другую.

Заметим, что эмерджентные свойства обеспечивают возможность *роста* системы, но не всегда гарантируют возможность ее *развития*. Например, если система не гибкая и, следовательно, не обладает свойством адаптации к изменениям, то развиваться (т.е. приобретать новые свойства) система не может.

Эмерджентность появляется и проявляется благодаря, прежде всего, такому *взаимодействию* частей (или их свойств), целью которого является достижение цели системы.

Если соотношение (3.9) не выполняется, то объект не обладает эмерджентными свойствами и, следовательно, не является системой, а только лишь множеством ее элементов, связи между которыми либо отсутствуют, либо не эффективны, либо противоречивы по отношению к целям системы.

Примеры.

А. Автомобиль является системой потому, что он обладает свойством перемещения во времени и пространстве, но ни одна из его частей этим свойством не обладает.

Б. Человек является системой, ибо обладает сознанием, интеллектом, способен ставить и достигать цели, но ни одна из его функциональных подсистем этими свойствами не обладает.

Выводы:

1. Принцип эмерджентности является одним из наиболее важных в системном мышлении. В историческом плане он формировался в течение нескольких столетий в процессе исследований в биологии, зоологии, ботанике, физике, химии, медицине, инженерном деле, астрономии, др.

2. Чем сложнее и масштабнее система (т.е., чем больше различие в функциях и элементном составе системы и ее частей), тем выше вероятность того, что свойство целого будут сильнее отличаться от свойств частей.

3. Принцип эмерджентности является отображением закона диалектики – перехода количества в качество.

7. Принцип необходимого и достаточного разнообразия действий для решения проблемы. Данный принцип констатирует, что для решения конкретной проблемы должно быть сформировано некоторое множество средств (подходов, способов или алгоритмов) ее решения.

Отсюда следует, что реализация данного принципа предопределяет необходимость многоальтернативности решений, на множестве которых осуществляется выбор приемлемого, рационального или оптимального решения.

Для решения задачи формирования множества альтернатив используются следующие группы методов:

– методы генерирования альтернатив с использованием информации типа «опыт и знания специалиста», в том числе: метод мозгового штурма, метод ELECTRE, метод фокальных объектов, метод синергетики, метод контрольных вопросов, др.;

– методы морфологического (комбинаторного) анализа;

– методы имитационного моделирования;

– методы математического программирования.

Одной из особенностей (сложностей) применения данного принципа является то, что априори не всегда возможно строго определить мощность множества альтернатив, а также затраты на формирование этого множества. Исходя из этого, исследователь самостоятельно определяет необходимое и достаточное множество альтернатив, на котором осуществляется выбор.

8. Принцип итерационности познания, проектирования и анализа системы. Суть данного принципа заключается в следующем.

В общем случае *сложная многошаговая* задача (проблема) не может быть решена путем последовательной реализации шагов (или этапов) решения задачи, так как на каждом последующем этапе может быть получена информация, *дополняющая* или *уточняющая* ту, которая была получена на предыдущем шаге.

Использование данного принципа позволяет по-новому взглянуть на процесс познания любого сложного объекта.

Если объект исследуется как система S в виде «восьмерки» $S = \langle P, F, S_{tr}, I, O, R, E, H \rangle$, то, в общем случае, ни один из восьми параметров не может быть исследован за одну итерацию (например, в такой последовательности: $E \rightarrow P \rightarrow O \rightarrow I \rightarrow R \rightarrow S_{tr} \rightarrow F \rightarrow H$), потому, что, изучая каждый последующий параметр, можем получить *дополнительную* информацию о предыдущем (или предыдущих), следовательно, требуется последующая итерация, в которой участвуют соответствующие параметры «восьмерки» (рис. 3.3).

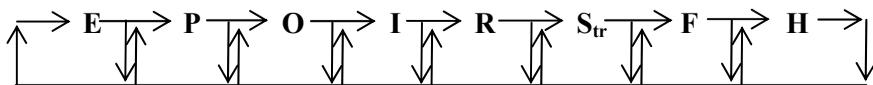


Рис. 3.3. Иллюстрация принципа итерационности

В общем случае количество итераций, которые будут использованы исследователем для решения конкретной задачи, неизвестно.

Однако легко видеть, что минимальное количество итераций равно нулю, что означает последовательный переход к каждому последующему параметру без возвратов.

Нетрудно определить, что максимальное количество оригинальных (без повторов) итераций I_{\max} :

$$I_{\max} = \sum_{x_i=1}^8 x_i = 36, \quad (3.10.)$$

где x_i – элемент «восьмерки».

Максимальное количество итераций с повторами определить невозможно, ибо априори неизвестно, сколько раз и каких именно оригинальных итераций придется использовать исследователю, чтобы получить необходимую и достаточную информацию по всем восьми параметрам.

Пример 1. Студент на лекции получил информацию о сущности принципа итерационности. Однако, для углубления понимания этого принципа, студент, задавая интересующие его вопросы и получая от преподавателя понятные ему (студенту) ответы, начинает лучше понимать смысл не только принципа итерационности, но и других принципов системного мышления. На практических и лабораторных занятиях, а также при подготовке и обсуждении рефератов (т.е. на следующих итерациях), процесс познания углубляется и/или уточняется.

Пример 2. Если вы приобрели в собственность участок необрабатываемой ранее земли и желаете этот участок привести в состояние, необходимое для выращивания конкретной сельскохозяйственной культуры, то вы не сможете за одну итерацию привести участок в желаемое состояние, потому, что в начале (первая итерация) необходимо убрать камни и кусты, потом (вторая итерация) требуется выполнить операцию фрезерования, далее (третья итерация) убрать появившиеся камни, далее (четвертая итерация) вспахать землю, убрать камни и т.д.

9. Принцип полноты исследования системы S. Для раскрытия сущности данного принципа, сформулируем пять правил.

Правило 1. Исследуемый объект должен быть изучен как открытая и как закрытая система.

Применение этого правила позволяет облегчить процесс и повысить качество результатов исследования больших и сложных систем.

Правило 2. Исследуемый объект должен быть исследован и представлен как «расширенная» система, включающая, например, восемь элементов (см. формулу 3.3).

Системному изучению подлежит *каждый* элемент системы S.

Правило 3. Применение принципа рекурсивности:

Каждый элемент «восьмерки» считается изученным (в системном аспекте), если он сам представлен и исследован как система, например:

- цель P как система: $S^P = \langle P^P, F^P, S^P_{tr}, I^P, O^P, R^P, E^P, H^P \rangle$;
- функция F как система: $S^F = \langle P^F, F^F, S^F_{tr}, I^F, O^F, R^F, E^F, H^F \rangle$ и т.д.

Правило 4. Процесс исследования системы закончен тогда, когда по каждому ее элементу исследователь приходит к одному из следующих аргументированных выводов (результатов):

а) в изучаемом элементе восьмерки *не обнаружены* особенности (недостатки), которые являются причиной возникновения проблемной ситуации (PS);

б) в изучаемом элементе восьмерки *обнаружены* недостатки, которые являются *прямой* (непосредственной) причиной возникновения проблемной ситуации;

в) в изучаемом элементе восьмерки обнаружены недостатки, которые *косвенно* влияют на возникновение проблемной ситуации, т.е. являются косвенной причиной этой ситуации.

Результаты изучения системы с использованием четырех рассмотренных правил фиксируются в матрице 3.1.

Матрица 3.1

Выявление причин проблемной ситуации

Эл-ты S	Недостатки, недоработки, ошибки				
	Не обнаружены	Обнаружены			
		Прямая причина возникновения PS		Косвенная причина возникновения PS	
		Единственная (какая?)	Неединственная (какие?)	Единственная (какая?)	Неединственная (какие?)
Р					
F					
S _{тр}					
I					
O					
R					
E					
H					
С и т у а ц и и					
	I	II	III	IV	V

Рассмотрим процедуры принятия решений в каждой из ситуаций I–V:

Ситуация I. Для поиска причины необходимо исследовать дополнительные параметры: WP, Ing, Cat и Cond (см. формулы 3.7–3.8).

Если в этих параметрах не обнаружена причина PS, то исследователь вводит и анализирует дополнительные параметры, отражающие специфику объекта, создавая тем самым новую «расширенную» системную модель. В случае необнаружения в дополни-

тельных параметрах причины PS, необходимо повторно проанализировать и уточнить характеристики самой PS, после чего повторить поиск причины по всем параметрам P, F, S_{ит}, I, O, R, E, H.

Ситуация II. Устранить причину, выявленную в конкретном параметре «восьмерки», используя один из методов обращения с проблемами (см. п. 4.5).

Ситуация III. Если причины появления PS обнаружены в нескольких параметрах «восьмерки», то необходимо проверить, связаны ли эти причины (т.е. является ли каждая причина следствием другой причины). Если связаны, то устранению подлежит, в первую очередь, изначальная причина, далее – все остальные в выявленной «цепочке» причин. Если выявленные причины не связанные, то последовательность их устранения (с помощью того или иного метода обращения с проблемами) определяется исследователем.

Ситуация IV. Если в каком-либо одном из восьми параметров системы S обнаружена косвенная (опосредствованная) причина PS, то:

- а) необходимо найти прямую (исходную) причину PS;
- б) устранить исходную причину, используя один (или несколько) методов обращения с проблемами (см. п. 4.5.);
- в) проверить, привело ли устранение исходной проблемы (причины) к устранению изначальной выявленной косвенной;
- г) если «нет», то использовать расширенную системную модель (или формулы 3.7–3.8);
- д) далее, проверить наличие ошибок в параметрах WP, Ing, Cat и Cond и устранить их;
- е) проверить, привело ли устранение ошибок в WP, Ing, Cat и Cond к разрешению исходной проблемы;
- ж) если «нет», то исследователь вводит в системную модель дополнительные параметры (характеризующие специфику исследуемого объекта), в которых ищутся ошибки, недостатки или иные «сбои».

Ситуация V. Если косвенные причины PS обнаружены в нескольких параметрах системной модели, то необходимо:

- а) проверить, связаны ли косвенные причины (т.е. образуют ли они «цепочку») или нет;
- б) если «да», то устранить их (косвенные причины), начиная с «родительской», если «нет», то для каждой косвенной причины необходимо найти прямую;

в) каждая прямая причина должна быть устранена с использованием соответствующего метода преодоления проблем (см. п. 4.5).

Правило 5. Особо ответственные, принципиально важные или стратегически значимые объекты могут исследоваться как системы, включающие дополнительные элементы: главный рабочий процесс WP, ингибитор Ing системы и катализатор Cat, т.е. объект представляется формулой 3.7. В этом случае матрица 3.1. дополняется тремя строками: WP, Ing и Cat.

10. Принцип синхронного анализа (или синтеза) системы и внешней среды, в которой она функционирует. Сущность данного принципа заключается в том, что исследуемый объект не может быть системно изучен без одновременного (параллельного) изучения условий, требований и ограничений внешней среды, в которой он функционирует. Это означает, что исследуемый объект всегда открытая система, а изучение его как закрытой системы – это всего лишь полезный исследовательский прием, способствующий поэтапному познанию сложного.

В задачах синтеза синхронность проектирования объекта и анализа среды (в которой он функционирует и для удовлетворения потребностей которой объект создается) является необходимым условием обеспечения полезности и эффективности данного объекта.

Важно отметить, синтезируемый объект не только должен соответствовать существующим в настоящий момент условиям внешней среды, но и будущим изменениям в ней. Из сказанного следует, что создаваемый объект должен обладать таким системным свойством как способность к адаптации¹.

Кроме того, в процессе создания нового объекта внешняя среда тоже «перепроектируется», т.е. должна целенаправленно адаптироваться к новым свойствам объекта.

В этом и заключается единство анализа и синтеза объекта и внешней среды, в которой (и для которой) он создается.

11. Принцип необходимости прогнозирования последствий принимаемых решений. Любое решение, принимаемое исследователем в процессе анализа существующего объекта (для устранения в нем проблемных ситуаций), приводит к изменению конкрет-

¹ «...Все системы адаптивны, и в действительности вопрос заключается в том, чему и в какой степени они адаптивны.» (Лотфи А. Заде).

ных параметров объекта. Эти изменения вызывают, с одной стороны, изменения в других параметрах объекта, а с другой стороны, вызывают реакцию (желательную или нежелательную) внешней среды на изменения в исследуемом объекте.

Задача исследователя состоит в том, чтобы в процессе выработки решений, направленных на устранение проблемных ситуаций, спрогнозировать (выявить, проанализировать и оценить) все последствия будущих изменений как во внешней среде, так и в самом объекте исследования.

В процессе синтеза (проектирования) вновь создаваемых объектов задача прогнозирования последствий (функциональной эффективности, экологических, безопасности, технико-экономических, социальных и т.д.) является центральной для разработчиков (создателей) системы.

12. Принцип жизненных циклов. Сущность принципа: система изучена (или спроектирована), если она изучена по всем фазам жизненного цикла (ФЖЦ).

Это означает, что исследуемый объект должен удовлетворять требованиям, условиям и ограничениям, отражающих интересы и возможности проектной организации, производственной системы, а также систем эксплуатации и утилизации.

В процессе решения задач *системного синтеза* данный принцип интерпретируется следующим образом: в процессе синтеза в проектируемом объекте должны быть учтены требования и возможности организации, которые на последующих фазах ЖЦ будут иметь отношение к данному объекту (т.е. производить, эксплуатировать и утилизировать его).

В процессе решения задач *системного анализа*, необходимо выяснить причины возникших проблемных ситуаций (PS).

В общем случае, причины PS – это невыполнение в исследуемом объекте требований и условий, формируемых на той или иной ФЖЦ. При этом, причины PS могут порождаться на одной фазе ЖЦ, а проявляться (в виде PS) – на любой другой стадии.

Пример реализации PS по четырем основным ФЖЦ приведен в табл. 3.1.

В общем случае требования, условия и ограничения, соответствующие разным ФЖЦ, взаимосвязаны и взаимозависимы, следовательно, должны быть согласованы между собой.

Таблица 3.1

Анализ PS по ФЖЦ

ФЖЦ	Ответственные	Ограничения (примеры)	Требования (примеры)	
			Какие?	К кому?
Проектирование	Организация-разработчик («КБ»)	1. Квалификация разработчиков. 2. Информационное обеспечение процессов проектирования. 3. Доступ к патентным фондам и другим ноу-хау. 4. Наличие и возможности экспериментальной базы. 5. Временные ограничения	Обеспечение точностных характеристик изделия	Завод
			Внедрение новых технологий и техпроцессов	Завод
Производство	Предприятие, реализующее проект («Завод»)	1. Производственные мощности и технологии. 2. Квалификация ППП. 3. Организация и культура производства. 4. Наличие и квалификация служб конструкторского и технологического сопровождения. 5. Наличие и возможности экспериментальных подразделений	Проектные решения, влияющие на качество продукции	КБ
			Требования по технологичности продукции	КБ
			Требования по унификации	КБ
Эксплуатация	Потребители: юридические и физические лица («Потребитель»)	1. Квалификация работников. 2. Наличие и оснащенность ремонтных служб	Требования по ремонтно-пригодности, безопасности, санитарно-гигиеническим нормам	КБ, Завод
			Требования по производительности	КБ, Завод
			Требования по гарантийному и послегарантийному обслуживанию	Завод

Ф Ж Ц	Ответ- ствен- ные	Ограничения (примеры)	Требования (примеры)	
			Какие?	К кому?
Утилизация	Переработчики вторичного сырья и материалов («Переработчик»)	1. Производственные мощности и технологии утилизации. 2. Квалификация кадров	Требования по обеспечению разборки	КБ
			Требования по экологической безопасности утилизируемых материалов	КБ, Завод

13. Принцип перманентного доопределения системных задач.

Системное исследование *априори* не предполагает полного и/или точного описания проблемы и решающей ее системы.

Результатом системного исследования как раз и является полное описание проблемы и методов ее решения.

14. Принцип рекурсивности. Любой «проблемный» (не полностью изученный с помощью принципа итерационности) элемент системы сам рассматривается как система:

- цель P как система: $S^P = \langle P^P, F^P, S_{tr}^P, I^P, O^P, R^P, E^P, H^P \rangle$;
- функция F как система: $S^F = \langle P^F, F^F, S_{tr}^F, I^F, O^F, R^F, E^F, H^F \rangle$;
- структура S_{tr} как система:
 $S^{S_{tr}} = \langle P^{S_{tr}}, F^{S_{tr}}, S_{tr}^{S_{tr}}, I^{S_{tr}}, O^{S_{tr}}, R^{S_{tr}}, E^{S_{tr}}, H^{S_{tr}} \rangle$;
- вход I как система S^I : $S^I = \langle P^I, F^I, S_{tr}^I, I^I, O^I, R^I, E^I, H^I \rangle$;
- выход O как система: $S^O = \langle P^O, F^O, S_{tr}^O, I^O, O^O, R^O, E^O, H^O \rangle$;
- ресурсы R как система: $S^R = \langle P^R, F^R, S_{tr}^R, I^R, O^R, R^R, E^R, H^R \rangle$;
- среда функционирования E как система:
 $S^E = \langle P^E, F^E, S_{tr}^E, I^E, O^E, R^E, E^E, H^E \rangle$;
- тенденции развития H как система:
 $S^H = \langle P^H, F^H, S_{tr}^H, I^H, O^H, R^H, E^H, H^H \rangle$.

Заметим, что принцип рекурсивности базируется на принципе системности, который гласит: «Все, что не изучено, но должно быть познано, представляется и исследуется в виде системы».

15. Принцип взаимосвязи производственной структуры и оргструктуры управления. Производственная и организационная структура управления должны удовлетворять требованиям друг друга (то есть, быть сгармонизированы и скоординированы) при главенствовании первой. Другими словами, производственная структура прямо влияет на выбор и функционирование оргструктуры управления. С другой стороны, оргструктура управления контролирует и может изменить производственную структуру с целью повышения ее эффективности.

Изменения производственной структуры являются следствием изменений производственного процесса (например, при постановке на производство новых видов продукции или при внедрении новых технологий) и влекут за собой необходимые изменения оргструктуры управления. С другой стороны, эти изменения инициируются и управляются оргструктурой управления (рис. 3.4).

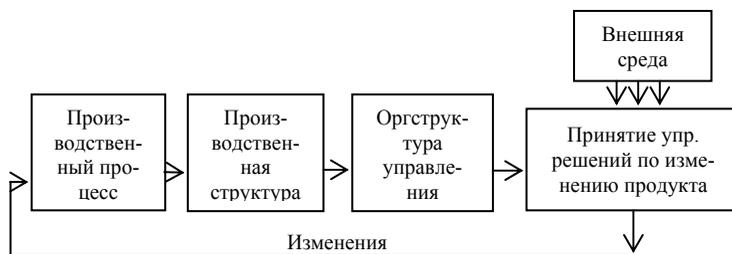


Рис. 3.4. Взаимосвязь производственной и оргструктуры управления

Так как изменения непрерывны (из-за динамики внешней среды и других факторов), то очевидно, что данный процесс взаимосвязи является итерационным.

16. Принцип функциональности. Функции, необходимые для достижения цели, предопределяют: структуру производственного процесса, производственную структуру и оргструктуру управления.

В этом заключается главенство функций над структурой.

Например, при создании нового субъекта хозяйствования в начале проектируются все необходимые функции (т.е. действия, направленные на достижение целей предприятия) и только после этого разрабатывается производственная структура, на которой эти функ-

ции выполняются, с последующей разработкой релевантной структуры управления. Понятно, что множество производственных и управленческих функций организуются во времени и пространстве в соответствующие этим функциям процессы (процессы материально-технического обеспечения, заготовительного производства, технологические процессы механообработки, сборки и реализации продукции, др.).

17. Принцип взаимодействия с внешней средой. Обмен материей (веществом), энергией и информацией между исследуемым объектом (системой) и внешней средой является объективным условием существования и функционирования системы.

Организация и управление материальными, энергетическими и информационными потоками между системой и внешней средой (включая надсистему) определяют эффективность функционирования целенаправленных систем и, следовательно, являются одной из центральных задач менеджмента.

Данный принцип находит отражение и развитие в принципах: полноты (№ 1), разнообразия (№ 2), синхронного анализа и синтеза (№ 10), жизненных циклов (№ 12) и рекурсивности (№ 16).

18. Принцип управления по целям. Любая искусственная система существует, функционирует и развивается только в том случае и до тех пор, пока она ставит и достигает конкретные цели: удовлетворение потребностей внешней среды, выполнение требований надсистемы и достижение собственных целей.

Системы, функционирование которых управляется по целям, предписанными ей надсистемой, будем называть целенаправленными.

Системы, функционирование которых управляется не только целями – требованиями надсистемы, но и собственными целями, называются целеустремленными.

Понятно, что собственные цели и цели – требования надсистемы не должны противоречить друг другу ни по сути, ни по временным, пространственным и объемным характеристикам.

19. Принцип конечной цели. Этот принцип устанавливает абсолютный приоритет конечной (глобальной) цели системы. Это означает, что в процессе функционирования все виды деятельности должны быть подчинены и сфокусированы на достижение запланированных результатов деятельности целенаправленной (или целеустремленной) системы. Любые изменения в таких системах долж-

ны оцениваться с точки зрения того, способствуют или препятствуют они достижению конечной цели.

20. Принцип иерархичности познания объекта исследования.

«Иерархическая схема – одна из наиболее важных структурных схем, используемых при проектировании сложных систем».
Герберт А. Саймон.

Иерархия (греч. hieros – «священный», archee – «власть») – принцип структурной организации многоуровневых систем, состоящий в упорядочении взаимодействий между различными уровнями [46].

Герберт А. Саймон справедливо полагает, что иерархические структуры в наибольшей степени (по сравнению с другими известными) соответствуют специфике задач проектирования и управления сложными объектами и процессами.

Необходимость иерархического построения сложных систем обусловлена тем, что управление в них связано с переработкой и использованием больших массивов информации, причем на нижележащих уровнях используется более детальная и конкретная информация, охватывающая лишь отдельные аспекты функционирования системы, а на более высокие уровни поступает обобщенная информация, характеризующая условия функционирования всей системы и используемая для принятия общесистемных решений.

В реальных сложных системах иерархическая структура не бывает абсолютно жесткой в силу того, что иерархия сочетается с большей или меньшей автономией нижележащих уровней по отношению к вышележащим, при этом в управлении используются присущие каждому уровню возможности самоорганизации.

Любой объект (система) исследуется по четырем основным уровням:

1-й уровень – параметрическое описание. Этот уровень, являясь исходным в исследовании систем, основывается на эмпирических методах и фактах, используемых для описания свойств, признаков объекта и их отношений.

2-й уровень – морфологическое описание. На этом уровне определяется компонентный состав объекта, а также взаимосвязи

свойств, признаков и отношений, которые были выделены на первом уровне исследования.

3-й уровень – функциональное описание. Специфика функционального подхода состоит в том, что функции компонентов объекта выводятся из целей, функций и требований надсистемы.

4-й уровень – исследование поведения объекта. Этот уровень предусматривает изучение динамики функционирования объекта-системы в проводимых им операциях с оценкой степени достижения глобальной цели.

21. Принцип объективности. Системное исследование любой целенаправленной или целеустремленной системы не может претендовать на полноту и практическую полезность без учета и анализа потребностей, мотивов, интересов и ценностей индивидуумов, вовлеченных в процесс функционирования изучаемой системы.

Это утверждение, связанное с учетом «человеческого фактора», достаточно очевидное, потому, что каждый работник (и трудовой коллектив в целом):

- участвует в процессе формирования и управления целями;
- выполняет конкретные функции, необходимые для достижения целей;
- участвует в организации трудовой деятельности в рамках соответствующей производственной структуры и оргструктуры управления.

22. Принцип согласованности целей системы с целями подсистем. В любом объекте (изучаемом как система) видно с одной стороны выделяются и исследуются его части (подсистемы, элементы), а с другой стороны, сам объект является частью (подсистемой, элементом) надсистемы.

Отсюда следует что, цели и процесс функционирования исследуемой системы должны быть скоординированы с учетом интересов, целей и требований надсистемы.

Данный принцип находит отражение и развитие в ранее рассмотренных принципах 2, 8, 9, 10, 12, 14, 19.

23. Принцип перманентного развития. Любой субъект хозяйствования, как целенаправленная система, с необходимостью должен ставить и достигать три группы взаимосвязанных целей: экономические, социальные и цели развития.

Отсюда следует, что любой объект (или процесс) существует и функционирует до тех пор, пока он находится в развитии.

Цели развития должны быть обеспечены необходимыми ресурсами всех видов.

Отсутствие и/или невыполнение целей развития приводит к стагнации с последующим разрушением (банкротством, ликвидацией) объекта или трансформацией его в некоторый другой.

24. Принцип моделирования. Любой сложный объект (или процесс) может и должен быть представлен и изучен с помощью формальных и/или вербальных специально разработанных моделей данного объекта.

Для исследуемого объекта в общем случае разрабатывается не единственная, а некоторое необходимое множество моделей разных типов, видов и уровней детализации (математические, алгоритмические, графические, структурные, вербальные модели).

В модели должны быть учтены основные, интересующие исследователя, переменные системы и взаимодействия между ними. Необходимо, чтобы с помощью построенной модели можно было проводить эксперименты: изменять характеристики переменных и взаимосвязей между ними с целью нахождения решения проблемы или определения такого состояния системы, при котором проблема исчезнет (см. главу 4).

Заметим, что представляя изучаемый объект в виде системы S (например, в виде «восьмерки» $S = \langle P, F, S_{it}, I, O, R, E \rangle$), мы создаем структурную модель этого объекта с последующим изучением свойств и отношений каждого элемента этой модели.

25. Принцип актуализации ресурсов. Все имеющиеся в распоряжении ЛПР ресурсы должны активно и непрерывно использоваться для достижения конкретного результата, т.е. для реализации заранее сформулированной и обоснованной цели.

Ресурсы, не используемые для достижения конкретной текущей цели, являются *пассивными*.

Проанализируем два вида пассивных ресурсов:

– ресурсы, которые могут и будут использованы для реализации *будущих* четко сформулированных целей;

– ресурсы, использование которых для достижения текущих или стратегических целей невозможно или экономически нецелесообразно.

Причины образования и накопления пассивных ресурсов второго вида различные, том числе:

– наличие сверхнормативных запасов: сырья, материалов, полуфабрикатов (покупных или собственного производства), топлива, оборудования, рабочей силы, др.;

– ресурсы, сэкономленные на предыдущих этапах деятельности, но не привлеченные в последующей деятельности;

– резкие колебания конъюнктуры рынка (перепроизводство, падение покупательной способности, инфляция, др.);

– появление и использование ресурсосберегающих, ресурсозамещающих и безотходных технологий;

– изменение ранее выбранной стратегии развития;

– логистические и маркетинговые просчеты и ошибки;

– проблемы в области организации производства, труда и управления, др.

Такие ресурсы являются, «омертвленным» капиталом субъектов хозяйствования, требуют дополнительных затрат на их защиту, обслуживание и хранение. Кроме того, такие ресурсы теряют во времени свою потребительную стоимость из-за физического и морального старения первого и второго рода.

Отсюда следует, что пассивные ресурсы второго вида должны быть минимизированы всеми доступными способами, в том числе путем:

– прекращения внешних поставок и закупок или прекращения собственного их производства;

– трансформации пассивных ресурсов в другие виды, которые будут эффективно использоваться для целей роста, развития, перевооружения производства, решения внутренних социальных и общественно значимых задач, др.;

– передачи другим субъектам хозяйствования на условиях купли-продажи, обмена, аренды, лизинга, др.

26. Принцип внутренней и внешней оценки эффективности.

Следует различать два вида эффективности функционирования исследуемого объекта во времени и пространстве:

1) Эффективность $\mathcal{E}_{\text{внутр}}$, определяемая относительно управляемых параметров внутренней среды (фондоотдача, трудовая дисциплина, производительность труда, материалоемкость, научно-технический уровень выпускаемой продукции, др.).

Определение эффективности функционирования $\mathcal{E}_{\text{внутр}}$ в этом случае сводится к определению тенденции (положительной или отрицательной) изменения во времени параметров внутренней среды.

При определении (расчете) $\mathcal{E}_{\text{внутр}}$ исследуемый объект изучается как закрытая система.

2) Эффективность, определяемая относительно параметров внешней среды (объем продаж, уровень конкурентоспособности, сегмент рынка, прибыль, рентабельность, др.).

Эффективность $\mathcal{E}_{\text{внеш}}$ функционирования системы S в этом случае вычисляется как разность между лучшими значениями параметров, достигнутых во внешней среде (например, относительно конкурента-лидера) и фактическими значениями конкретного параметра, достигнутыми в исследуемом объекте.

В первом случае оценка эффективности $\mathcal{E}_{\text{внутр}}$ системы производится относительно внутреннего «эталона», а во втором – относительно внешнего «эталона».

Результирующей оценкой эффективности является внешняя оценка $\mathcal{E}_{\text{внеш}}$, а внутренняя оценка $\mathcal{E}_{\text{внутр}}$, полученная в разные моменты времени, позволяет определить только тенденцию (положительную или отрицательную) удовлетворения потребностям, требованиям и возможностям внешней среды.

При расчете $\mathcal{E}_{\text{внеш}}$ объект исследования рассматривается как открытая система.

27. Принцип необходимости проектирования и использования встроенного механизма противодействия факторам неуспеха (принцип ингибитора). Основная цель ингибитора – недопущение проявления или устранение событий и процессов, препятствующих достижению целей системы.

Функции ингибитора:

1. Входной контроль всех видов материальных, информационных и энергетических ресурсов, необходимых для достижения целей системы.

2. Входной контроль качества трудовых ресурсов (тестирование, выполнение контрольных работ или операций, испытательный срок, др.).

3. Прогнозирование развития негативных процессов в системе.

4. Выявление причин возникновения негативных событий и процессов, а также выбор методов и средств их устранения.

5. Диагностика негативных процессов, тенденций и событий на ранних стадиях их появления.

6. Выработка, принятие и реализация решений, направленных на недопущение возникновения и развития негативных событий и процессов.

Данные функции на практике реализуются с помощью: системы входного контроля всех видов ресурсов; открытой системы штрафных функций, согласованной с участниками трудового процесса; системы охраны труда; системы защиты материальных, энергетических и иных ресурсов от несанкционированного доступа; системы защиты от природных форс-мажорных событий; системы охраны здоровья; системы защиты прав работников; системы, направленной на недопущение и ликвидацию причин межличностных и межгрупповых конфликтов, ухудшающих результативность труда, др.

Важно отметить, что механизмы реализации функций ингибитора должны быть взаимосвязаны, поэтому должны быть скоординированы:

- по ресурсам (по видам и объемам);
- по времени реализации, периодичности, ритмичности, технологиям реализации принимаемых решений;
- по целям;
- по функциям.

28. Принцип необходимости проектирования и использования встроенного механизма поддержки и развития факторов успеха (принцип катализатора). Основная цель катализатора – достижение положительной динамики процессов, протекающих в системе, которые способствуют росту эффективности системы.

Функции катализатора:

1. Диагностика и идентификация положительных тенденций и событий.
2. Анализ результатов диагностики, включая выявление причин возникновения положительных тенденций.
3. Выработка, принятие и реализация решений, направленных на стабилизацию и развитие положительной динамики параметров системы, предопределяющих рост ее эффективности.
4. Выработка механизмов стимулирования стабильного развития положительных тенденций.

Данные функции реализуются на практике с помощью таких систем как: система качества продукции и производства; система оценки результатов труда; система мотивации и стимулирования труда; сис-

тема обеспечения необходимого морального и психологического климата; применение прогрессивных условий и режимов труда; система минимизации затрат живого (прежде всего, ручного) труда.

Действие катализатора (механизма усиления факторов успеха) и ингибитора (механизма подавления факторов неуспеха) дополняют друг друга. В этом смысле эти *механизмы находятся в отношении взаимосвязи*, что обеспечивает исследуемой системе максимально возможную для нее эффективность функционирования.

29. Принцип объективности и непрерывности изменений.

*Ничто в этом мире не
постоянно, кроме изменения.*

*Гераклит Эфесский,
древнегреческий
философ-материалист*

В системах любого класса (целенаправленных, целеустремленных, живых, природных, абстрактных и т.д.) изменения их состояния происходит непрерывно (постоянно) во времени и пространстве. Это объективный закон диалектики. Народная поговорка «Все течет, все изменяется» тому подтверждение.

Любой объект, процесс или явление проходит все стадии жизненного цикла: от зарождения (замысла, идеи) до прекращения существования, а в общем случае – до преобразования, трансформации объекта в некий иной или иные.

Отношение каждого индивидуума к каждому наблюдаемому изменению в окружающем мире (например, в бизнес-деятельности, семье, природе, государстве) в общем случае разное: для кого-то конкретное изменение является или необходимым, или желательным, для другого – вредным (опасным) или нейтральным.

Изменения могут быть:

- эволюционные или скачкообразные (революционные);
- ожидаемые (прогнозируемые) или неожиданные;
- являющиеся следствием некоторой (известной или еще неизвестной) причины или случайными;
- управляемыми или неуправляемыми;
- требующие адаптации системы к изменению или не требующие;

- с катастрофическими, тяжелыми или несущественными последствиями (потерями);
- долго- или кратковременные;
- вызывающие сопротивление (открытое или скрытое, пассивное или активное) или не вызывающие¹;
- вызывающие реакцию (положительную или отрицательную) или не вызывающие.

Изменения, проводимые в системе, характеризуются и оцениваются по следующим аспектам:

- глубиной трансформации (перестройки), необходимой для проведения изменений в системе: *смена* чего-либо на уровне системы (например, видов деятельности, рынков сбыта и т.д.); *замена* элемента(-ов) системы на другой функционально идентичный; *отмена* чего-либо в системе (распоряжения, досрочное прекращение договора по закупке оборудования и т.д.); *улучшение* чего-либо (трудовой дисциплины, технологии, совершенствование экологического законодательства и т.д.);
- степенью влияния каждого изменения на конечные результаты функционирования системы;
- быстротой (темпами) проведения изменений;
- продолжительностью действия изменений;
- периодичностью (частотой) проведения изменений;
- уровнем влияния каждого изменения на элементы внешней среды;
- глубиной и комплексностью аргументации о необходимости, срочности, ожидаемой эффективности, условиях реализации, ресурсном и информационном обеспечении;
- глубиной и достоверностью прогнозирования принимаемых решений;
- сроками окупаемости ресурсов (включая и временные), необходимыми для разработки и реализации изменений;
- оценкой реакции надсистемы и внешней среды на проводимое изменение;

¹ Рассматривая вопрос о сопротивлении изменениям, напомним известное выражение: «Люди не столько боятся изменений, сколько боятся быть измененными».

– степенью сопротивления проведению каждого изменения со стороны элементов внутренней и внешней среды;

– наличием эффективных инструментов снижения уровня сопротивления.

30. Принцип гармонизации материальных, энергетических и информационных потоков в системе. Суть данного принципа заключается в том, что в любой системе материальные, энергетические и информационные ресурсы, необходимые для сохранения ее целостности и способности достигать поставленных перед ней целей, должны быть: а) достаточными; б) скоординированными во времени и пространстве, а также в) согласованными по источникам возникновения и по объектам их потребления.

Для решения этих задач необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Что является объектом (материя, энергия или информация)?
2. Когда (начало и окончание)?
3. С каким интервалом времени?
4. Как долго?
5. Как часто?
6. С какой интенсивностью (скоростью)?
7. Сколько?
8. Куда (к элементам системы S или во вне)?
9. Откуда (от элементов системы S или из вне)?
10. Где (в системе S или во вне системы)?
11. Как? Каким способом?
12. С какой целью (зачем, для чего)?
13. По какой причине (почему, благодаря чему, из-за чего)?

Ответы на данные вопросы отражают основные аспекты проектирования и функционирования объекта исследования (табл. 3.2).

Исходя из сказанного, построим «Матрицу согласованности материальных энергетических и информационных потоков в системе» (табл. 3.3).

Комментарии к «Матрице согласованности материальных (М), энергетических (Э) и информационных (И) потоков в системе».

Процедура 1.

Проверка согласованности по *строкам* матрицы: каждый объект М, Э и И описывается множеством характеристик (графы 3–19), которые должны быть согласованы между собой таким образом,

чтобы обеспечить целостность и требуемую эффективность функционирования исследуемой системы.

Таблица 3.2

Объекты (что?)	Аспекты исследования	Характеристики
1. Материальные	1. Пространство	Где? Куда? Откуда?
	2. Время	Как долго? Как часто? С каким интервалом? Когда?
	3. Целеполагание	Зачем? Для чего? С какой целью?
2. Энергетические	4. Причинно-следственные отношения	Почему? Из-за чего? Благодаря чему?
3. Информационные	5. Технологии	Как? Каким образом? Каким способом?
	6. Интенсивность потоков	Сколько? С какой интенсивностью (скоростью)?

В итоге формируется матрица исходных данных размерностью 3×16 , где 3 – это объекты М, Э, И; 16 – графы 3–19, заполняемые для каждого объекта.

Результаты проверки полноты информации по всем характеристикам (графы 3–19) и их согласованности по каждому объекту М, Э и И фиксируются в графе 20 или графе 21.

Эта сложная и ответственная работа выполняется ЛППР или группой экспертов.

Процедура 2.

Проверка согласованности по *столбцам* матрицы: значения по каждой из шестнадцати характеристик для каждого объекта М, Э и И должны быть согласованны и взаимоувязаны между собой.

Результаты данной проверки фиксируются в строке IV (да, согласованны) или в строке V (нет, не согласованны).

В результате выполнения двух рассмотренных процедур согласованности (по строке и столбцам) в матрице формируются четыре поля: А, В, С и D в соответствии с правилом согласованности.

Правило согласованности: В исследуемой системе М, Э и И потоки согласованны между собой, если выполняются следующие требования:

1. В каждой строке I, II, III по всем характеристикам (графы 3–19) зафиксирована информация;

2. Ни в одной строке и ни по одной из характеристик не обнаружено противоречий, неопределенностей или других «нестыковок».

3. В строке IV все значения в графах 3–19 должны быть положительными. Это означает, что ни по одной из характеристик (графы 3–19) нет противоречий между М, Э и И.

Поле А (пересечение строки IV и графы 20) означает, что требования 1, 2, 3 выполнены, следовательно потоки М, Э и И согласованны.

Поле В (пересечение строки IV и графы 21) означает, что требования 1 и/или 2 не выполнены, но требование 3 выполнено.

Задача ЛППР состоит в том, чтобы достичь выполнения требований 1 и 2 и, тем самым, перейти в поле А.

Поле С (пересечение строки V и графы 20) означает, что требование 3 не выполнено, т.е. хотя бы по одной из характеристик есть противоречия между М, Э или И.

Задача ЛППР состоит в том, чтобы устранить выявленные противоречия и, таким образом, перейти в поле А.

Поле D (пересечение строки V и графы 21) означает, что ни одно из трех требований не выполнено, т.е. система S полностью «разбалансирована» и перевод ее в поле А представляет для ЛППР сложную, но решаемую задачу.

31. Принцип системообразующего фактора. Любой объект не может быть организован и, следовательно, не способен сохранять целостность структуры в различных внешних и внутренних условиях, а также не может функционировать и развиваться, если в нем (объекте) отсутствует системообразующий элемент, отношение или фактор.

Именно системообразующий фактор преобразует объект в систему.

Как отмечал П. К. Анохин, «обязательным положением для всех видов и направлений системного подхода является поиск и формулировка системообразующего фактора» [48].

Под системообразующими факторами понимают все те явления, силы, вещи, связи и отношения, которые приводят к образованию системы [48].

Существуют два направления поиска сущности системообразующего фактора. По первому пути идут специалисты конкретных наук. Например, химики выделяют ковалентные, водородные и другие типы связей; биохимики – ангидридные, эфирные и другие связи; астрофизики объясняют существование звездных систем силами притяжения, в том числе регулярными и иррегулярными; в обществе системообразующими выступают экономические, идеологические и другие отношения между людьми.

Второе направление связано с попыткой увидеть за специфической, единичностью конкретных системообразующих факторов *общую закономерность*, присущую всем системам, но проявляющуюся по-разному в разных системах.

П.К. Анохин выдвинул идею, в которой главным системообразующим фактором является *результат* функционирования системы.

В социально-экономических целенаправленных и целеустремленных системах¹ в качестве системообразующего фактора может выступать *цель*, а на высоком уровне развития системы интегратором может служить *идея* (исключая ее идеалистическое понимание).

В качестве системообразующего фактора системы может выступать внешняя среда, например, *цель надсистемы*.

Одним из важных факторов системообразования является *время*. Естественно, время выступает и в качестве системоразрушающего фактора, однако разрушение одних систем означает созидание других.

Будущее время может выступать в качестве цели объединения элементов в систему для самосохранения ее в последующие периоды времени. *Прошлое время* также может выступать в качестве важного системообразующего фактора, так как знание прошлого, с

¹ Под *целенаправленными* понимаются системы, цели которых сформулированы другой внешней системой (например, надсистемой). Собственные же цели системы являются вторичными и не должны противоречить целям внешней системы.

Целеустремленные системы характеризуются тем, что цели формируются и достигаются самой системой. При этом, цели надсистемы могут в той или иной степени учитываться или не учитываться.

одной стороны, должно исключать повторение ошибок, а с другой – прошлое создает материальную и духовную базу сохранения и развития системы в настоящем и будущем.

В любом случае, системообразующий фактор является необходимым условием существования объекта как системы.

Итак, в качестве системообразующего фактора могут служить:

1) *элемент* системы, наиболее сильно связанный с другими элементами системы и выполняющий, благодаря этому, функции интегратора и организатора деятельности в системе;

2) *внутренние и внешние цели* системы, в процесс реализации которых вовлечены все элементы системы;

3) планируемый конечный *результат* функционирования системы;

4) конструктивная *идея*, ради реализации которой элементы организуются в некоторую структуру. В этом случае уже *структура* выступает в качестве системообразующего и системосохраняющего фактора;

5) трехмерное *пространство*, характеризующееся продолжительностью, замкнутостью или неограниченностью;

6) *будущее время* может выступать как цель интеграции. Понятие «ради будущего» вполне относится к процессам порождения и самосохранения любых систем. Будущее оказывает влияние на системообразование еще и потому, что его зачатки (начала) существуют в настоящем и существовали в прошлом.

Важно отметить, что на системообразование может оказывать не некоторый единственный, а множество факторов из перечисленных выше. В качестве системообразующих могут также выступать и другие факторы (такие как стабилизирующие, внешние и внутренние, фактор взаимодополняемости однородных и разнородных (гомо- и гетерогенных) элементов, связи воздействия и взаимодействия, др.).

32. Принцип адаптации. Для обеспечения живучести и реализации собственных целей любая целенаправленная система с необходимостью должна обладать свойством адаптации.

Адаптация – это отклик на изменение, которое влияет (конкретно или потенциально, положительно или отрицательно) на эффективность функционирования системы.

Изменение может происходить во внутренней и/или во внешней среде системы. Например, персонал организации, слабо подготов-

ленный к вызовам внешней среды (усиление конкуренции, уменьшение объемов продаж, др.) уменьшает «изнутри» эффективность системы. Изменение ценовой политики со стороны конкурентов является внешним вызовом, направленным на понижение эффективности работы системы.

Другими словами, адаптивность представляет собой способность системы модифицировать себя и/или окружающую среду таким образом, чтобы постоянно достигать требуемого уровня эффективности, обеспечивающим достижение целей системы.

В обоих случаях отклик системы (например, субъекта хозяйствования) должен быть направлен на устранение помех, приводящих к снижению эффективности системы.

Другими словами, система должна адаптироваться одним из доступных ей способов к неблагоприятным (в нашем примере) и благоприятным для нее обстоятельствам и вызовам с целью не ухудшения своей деятельности, приводящего к недостижению цели(-ей) системы.

Если изменения во внутренней и/или внешней среды благоприятны, т.е. способствуют повышению эффективности деятельности системы, то система должна адаптироваться к этим изменениям таким образом, чтобы и в будущих периодах времени ее эффективность, как минимум, не ухудшалась.

Адаптивные отклики также бывают двух типов.

Первый – *пассивная* адаптация, когда система изменяет свое поведение для повышения эффективности деятельности в изменяющихся условиях (например, компания понижает цены вслед за конкурентами).

Второй тип – *активная* адаптация, предполагающая воздействие системы на внешнюю среду с тем, чтобы поведение системы в настоящем и будущем стало более эффективным (например, принятие закона, запрещающего конкурентам снижение цен).

Разумеется, эти два типа адаптации в конкретной деятельности могут комбинироваться.

Изменения во внешней среде, также как и во внутренней, могут быть:

1) *быстрыми* и непродолжительными (например, ежедневное изменение потребительского спроса);

2) *медленными* и длительными (например, выпуск конкурентом новой продукции).

Адаптивная система должна уметь справляться с обеими ситуациями, приспосабливаясь к изменяющимся обстоятельствам.

Заметим, что реакция системы на стимулы (на изменения) выражается в виде отклика или собственной реакции.

Реакция означает, что система обладает свойством идентификации (распознавания) и фиксации отклонений (изменений) во внешней и внутренней среде. При этом, причины и анализ отклонений и их последствий системе не известны (либо не изучаются), и решения по отклонениям система не принимает.

Отклик – это *действие* системы, выбираемое из множества ей доступных и направленное на повышение (не ухудшение) эффективности работы системы в соответствии со своими целями. Системы с откликом способны принимать решения относительно отклонений, обладают памятью и, таким образом, способны к обучению¹.

Среди основных типов адаптации выделим следующие:

Тип 1. Реакция системы направлена на модификацию источника изменений (т.е. на изменение внутренней и/или внешней среды). Например, предприятие, производящее новый (глубоко модифицированный или ранее не существовавший) продукт, самостоятельно формирует новый сегмент рынка (т.е. формирует спрос в среде потенциальных потребителей), тем самым, изменяя конъюнктуру рынка.

Тип 2. Реакция системы направлена на модификацию (перестройку, совершенствование) самой себя в соответствии с внешними или внутренними изменениями. Например, из-за падения покупательской способности потребителей предприятие переходит на выпуск упрощенного (более дешевого) продукта того же назначения или сокращает объемы производства.

Тип 3. Реакция системы на внутреннее изменение направлена на модификацию самой системы (адаптация самой к себе). Например, внедрение новой технологии, разработанной на предприятии, требует реорганизации производственной структуры предприятия.

Тип 4. Реакция системы на изменение внешней системы А на

¹ В дальнейшем изложении материала будем использовать термин «реакция» в расширительном смысле, т.е. включающем в себя понятие «отклик».

правлена на модификацию другой внешней системы В, которая, в свою очередь, модифицирует исходную систему А. Другими словами, система модифицирует внешнюю среду опосредствованно (т.е. через В).

Например, при падении платежного спроса, предприятие привлекает банковские кредитные ресурсы, используемые для поддержания потребительского спроса путем кредитования или организации продаж с отложенным платежом.

Понятно, что в каждой конкретной ситуации система должна быть способна выбрать и реализовать релевантный тип адаптации. Для решения такой задачи в системе необходимо разработать и организовать процесс функционирования механизма адаптации, включающего соответствующие ресурсы, технологии и другие виды обеспечения.

33. Принцип координации. Данный принцип предполагает необходимость обеспечения *взаимодействия* организационных единиц (частей, подсистем, модулей, элементов рассматриваемой системы) *одного и того же* иерархического уровня.

Необходимость взаимодействия одноуровневых организационных единиц (например, цехов основного производства или функциональных подразделений предприятия – планового, финансового, маркетингового отделов, бухгалтерии, др.) вытекает из того, что такие единицы взаимосвязаны по процессу и по конечным результатам деятельности рассматриваемой системы.

Кроме того, взаимодействие организационных единиц, принадлежащих одному конкретному уровню в иерархическом представлении системы, необходимо для принятия *согласованных* решений (планов, тактики и стратегии действий) по: ресурсам (входным и внутренним); результатам; срокам; затратам времени; производительности, др. При этом, принятие согласованных решений по перечисленным выше аспектам должно производиться *одновременно*, поскольку источники неблагоприятных событий (угроз) и благоприятных ситуаций (возможностей) могут находиться не там, где проявляются их симптомы (проблемные ситуации). Например, невыполнение плановых заданий в сборочном производстве является следствием неэффективной работы не этого производства, а подразделений механообработки и/или подготовительного производства, службы материально-технического обеспечения и т.д. Примене-

ние принципа координации в практике управления позволяет вырабатывать решения, взаимоувязанные «по горизонтали». По мнению Р.Л. Акоффа, с позиций принципа координации «широта важнее глубины, а взаимодействие важнее действия».

34. Принцип интеграции. Данный принцип констатирует необходимость обеспечения взаимодействия организационных единиц *разного уровня* для принятия согласованных решений, направленных на достижение целей организации.

Иными словами, решения, принимаемые на каждом уровне иерархии системы, должны быть взаимоувязаны по затратам ресурсов, времени и месту реализации решений, вырабатываемых на всех других организационных уровнях системы.

С другой стороны, с позиций принципа интеграции согласование разноуровневых решений должно выполняться *одновременно*. Выполнение требований «вертикальной» согласованности решений является одним из важнейших условий эффективного функционирования системы с точки зрения реализации ее целей.

Важно отметить, что принципы координации и интеграции неразрывно связаны и дополняют друг друга.

Совместное применение указанных принципов позволяет реализовать концепцию «управление по целям».

35. Принцип управления временем. Любая целенаправленная деятельность протекает и реализуется во времени. Следовательно, вне времени никакие действия и решения принципиально не осуществимы.

Объективные характеристики категории времени:

1. Время – единственный невозстанавливаемый ресурс, без которого никакая деятельность в принципе невозможна.

2. Время необратимо и безвозвратно, т.е. функционирование любого целенаправленного объекта осуществляется в одном направлении: от настоящего к будущему.

3. Время объективно и не зависит от сознания, воли и устремления людей.

4. Время бесконечно.

5. Время невозможно остановить, накопить, передать, сжать, растянуть, умножить, восстановить, разложить на части.

Отсюда следует:

- «Время – это наименее гибкий элемент в нашем существовании» (Т. В. Энгстрем);

- «Время – самый ограниченный капитал и, если не можешь им распоряжаться, не сможешь распоряжаться ничем другим» (Б. Друккер);

- «Время – это всеобщая форма последовательной смены явлений; пространство же – всеобщая форма сосуществования явлений, предметов» [12].

- Свойства любого объекта во времени меняются.

- Время непрерывно.

- Время дискретно измеримо.

- Время неуправляемо, однако индивид может (и должен) управлять своим временем (в менеджменте – управлять также чужим временем, например, временем своих сотрудников).

Функции управления временем:

1. Планирование процесса постановки и достижения целей во времени.

2. Календарное планирование затрат времени на организацию и выполнение (реализацию) плановых задач.

3. Учет фактических временных затрат на выполнение плановых задач.

4. Контроль затрат времени по каждой решаемой задаче.

5. Анализ результатов контроля.

6. Перераспределение ресурсов времени на основе анализа результатов контроля.

Учитывая, что на множестве перечисленных функций устанавливаются прямые и обратные связи (через функцию б), возникает необходимость разработки и эксплуатации системы управления временем (СУВ).

СУВ включает шесть функциональных подсистем (в нашем рассмотрении):

- обслуживающие подсистемы: информационные; коммуникационные (обеспечивающие обмен информацией между функциональными подсистемами в соответствии с принятыми стандартами, протоколами и другими требованиями и ограничениями);

- обеспечивающие подсистемы: установка, тестирование, профилактика технических и программных комплексов СУВ;

- разработка и использование средств обучения методикам, технике и приемам управления временем (ситуационные модели, деловые интерактивные игры, тестирование результатов обучения, др.).

36. Принцип разнообразия причинно-следственных отношений. Анализ и установление причинно-следственных отношений (PSO) в процессе познания сложного объекта является необходимым условием его существования и развития.

Другими словами, PSO являются системообразующими и системосохраняющими и определяют основные характеристики поведения системы.

PSO реализуются: на множестве элементов объекта; на множестве свойств элементов; на множестве отношений свойств элементов.

Учитывая сущность задач системного анализа и системного синтеза сложных объектов, PSO могут изучаться (и изучаются) с использованием каузального метода [12].

Особенностью этого метода, в отличие от импликации в традиционной формальной логике, обе части суждения «основание (причина) – следствие», выражаемого словами «если..., то...» *связаны по форме и содержанию*, а не только правилами истинности суждения.

Для учета этой особенности, в каузальном методе вводится понятие «полная причина» и «специфическая причина»¹.

Исходя из сказанного, рассмотрим два вида причинно-следственных отношений (связей): I рода и II рода.

PSO I рода – причина полностью определяет следствие.

¹ Полная причина [12] характеризуется тем, что в ее качестве выступает вся совокупность *всех* обстоятельств, при наличии которых необходимо наступает следствие.

Специфическая причина [12] – это совокупность ряда обстоятельств наиболее существенных (в конкретной ситуации) элементов полной причины, остальные же элементы полной причины выступают как *условия* для появления следствия этой специфической причины. Найти такую причину можно только в результате описания эксперимента, анализа и синтеза *взаимосвязанных* явлений, индуктивных и дедуктивных заключений, построения гипотез и их проверки с помощью статистических и математических методов.

Это значит, что вероятность наступления следствия при известной причине не может быть иной, чем равной 1. (Напомним, что такая причина является специфической).

Заметим, что PSO I рода не включает внешнюю среду, следовательно, ее особенности и характеристики не учитываются как ничего не объясняющие и никак не влияющие на истинность причинно-следственной связи (т.е. причина априори понимается как полная).

При решении практических задач менеджмента (особенно связанных с долгосрочным и стратегическим планированием) связи типа PSO I рода больше исключение, чем правило, прежде всего, из-за неопределенности внешней среды.

PSO I рода могут иметь место при принятии оперативных, рутинных исполнительских решений.

PSO II рода – причина определяет следствие не полностью, а вероятностно, в зависимости от складывающихся условий внешней среды, в которой связь «причина-следствие» реализуется. (Понятно, что речь идет о полной причине).

Например, рост производительности труда только вероятностно имплицитно увеличивает прибыль при неизвестных заранее условиях внешней среды, таких, как конъюнктура рынка, покупательная способность, специфические особенности природной и социальной среды, др.

Переход от PSO II рода¹ к «простым» (одно причинным) PSO I рода возможен, если:

- 1) известно все множество посылок (условий) A , влияющих на истинность следствия B ;
- 2) каждое условие $a \in A$ с необходимостью реализуется;
- 3) известны количественные или качественные характеристики (значения) N_a каждого $a \in A$;
- 4) соотношения значений N_a для всех $a \in A$ не противоречит заранее сформированным требованиям;
- 5) внешняя среда не подвергается случайным или преднамеренным изменениям.

В случае выполнения условий 1–5, можно говорить, что « A влечет B ».

¹ Причинно-следственная связь второго рода иногда называют «вероятностная импликация», «производитель – продукт (Э. Зингер) или «директивная корреляция» (Г. Зоммергоф).

Понятно, что в реальных практических задачах принятия решений условия 1-5 одновременно и в «нужное время и в нужном месте» выполняются чрезвычайно редко и, следовательно, осуществление перехода от PSO II рода к PSO I рода представляет собой объективно сложную задачу.

37. Принцип цикличности развития системы. Цикл характеризуются повторяемостью некоторых процессов, операций или событий за определенный промежуток времени взаимосвязанных стадий и приводит (должен привести) к развитию объекта по «винтовой» спирали.

Понятие цикл включает в себя следующие характеристики:

- законченность определенного процесса деятельности заранее запланированным результатом;
- диахромность развития, т.е. повторяемость определенных процессов развития;
- возможность передачи системогенической информации, т.е. «памяти» системы от одного поколения результатов к другому;
- замкнутость, упорядоченность составных частей процесса (стадий, фаз).

Цикл переводит цель, замысел или потребность в определенный результат (товар, услуга или работа).

38. Принцип полноты множества оценочных показателей (частных критериев). Сущность данного принципа заключается в том, что любая система, рассматриваемая как объект системного исследования, представляется, анализируется и оценивается множеством количественно измеримых (при необходимости, и качественно заданных) показателей, отражающих требования, условия и ограничения основных фаз жизненного цикла объекта.

Такое множество, в общем случае, является системой показателей и характеристик $S_{\text{показ.}} = \langle X, Y \rangle$, где X – собственно множество показателей, Y – множество отношений (связей) установленных на множестве X .

Система $S_{\text{показ.}}$ должна с необходимостью включать показатели, характеризующие объект с точки зрения основных фаз жизненного цикла: создания (проектирования), производства, эксплуатации (потребления) и утилизации.

Отсюда следует, что система $S_{\text{показ.}}$ должна включать следующие группы (подсистемы) показателей:

I. Показатели назначения характеризуют рассматриваемый объект–систему с точки зрения степени его пригодности удовлетворять заранее сформулированные потребности.

Показатели назначения включают следующие подгруппы:

а) показатели, характеризующие принадлежность объекта–системы к определенной классификационной группе;

б) функциональные показатели, характеризующие полезный эффект, достигаемый при эксплуатации (потреблении) рассматриваемого объекта–системы (например, производительность средств труда, емкость флэш-карты, др.);

в) показатели, характеризующие структуру и/или компонентный состав объекта-системы (например, производственная структура предприятия);

г) показатели, отражающие основные конструкторские и технологические решения, знание которых необходимо пользователям (например, габаритные размеры, схема сборки, др.).

Такие показатели находят отражение в инструкциях и руководствах пользователя.

II. Показатели ресурсосбережения характеризуют уровень экономного использования материальных и энергетических ресурсов в процессе эксплуатации объекта.

Показатели этой группы включают две подгруппы:

а) показатели экономного использования материальных ресурсов, используемых в процессе производства и эксплуатации объекта (например, удельный расход сырья, материалов);

б) показатели экономичного энергопотребления на единицу продукции (например, коэффициент полезного действия, удельный расход электро-, теплоэнергии).

III. Показатели надежности.

Надежность – это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность данного объекта выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения.

Основными показателями надежности являются:

– безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени;

– наработка – это продолжительность или объем работы объекта, измеряемая в единицах времени;

- вероятность безотказной работы; наработка до отказа; др.;
- долговечность – это свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния (например, ремонта);
- ремонтпригодность (например, вероятность восстановления работоспособного состояния, коэффициент технического использования, др.);
- показатели сохраняемости характеризуют свойство объекта сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и/или транспортировки).

IV. Показатели эргономичности.

Эргономика (от греч. *ergon* – «работа» и *nomos* – «закон») – научная дисциплина, изучающая человека (группу людей) в конкретных условиях его (их) деятельности в современном производстве. Эргономика сформировалась на стыке многих наук: психологии, физиологии, гигиены труда, социальной психологии, анатомии, антропометрии и ряда технических наук.

Основными группами показателей эргономичности являются:

- гигиенические показатели (освещенность, давление, влажность, запыленность, токсичность, шумы, вибрации, радиоактивное загрязнение, др.);
- антропологические показатели (размеры и форма тела человека и частей тела, входящих в контакт с изделием);
- физиологические и психофизиологические показатели – возможности человека по силовым, скоростным, энергетическим нагрузкам, скорости реакции, др.; зрительные, слуховые, тактильные, вкусовые, обонятельные возможности человека, др.

V. Показатели эстетичности.

Эстетика (от греч. *aisthetiros* – «чувствующий, чувственный») – наука, изучающая два взаимосвязанных круга явлений: сферу чувственного и сферу художественной деятельности людей. К группе эстетических показателей относятся: информационная выразительность, рациональность форм, целостность композиции, стабильность товарного вида, др.

VI. Показатели технологичности.

Технологичность изделия – это совокупность свойств конструкции изделия, характеризующих возможность оптимизации затрат

труда, финансовых средств, материалов и времени при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте. Основные показатели технологичности: трудоемкость изготовления изделия; технологическая себестоимость; коэффициенты унификации, стандартизации, использования материалов, сборности, др.

VII. Показатели транспортабельности.

Данные показатели характеризуют приспособленность продукции к перемещению в пространстве (погрузочные-разгрузочные работы, хранение, складирование, требования к упаковке, др.).

VIII. Показатели стандартизации и унификации.

Данные показатели характеризуют насыщенность продукции стандартами, унифицированными и оригинальными составными частями. К показателям данной группы относятся: показатели стандартизации, унификации, повторяемости, применяемости.

IX. Патентно-правовые показатели характеризуют патентную чистоту и патентную защиту изделий.

X. Экологические показатели характеризуют особенности продукции, определяющие уровень вредных воздействий на окружающую среду, возникающих при эксплуатации или потреблении продукции. К таким показателям относятся: уровень концентрации вредных веществ, выбрасываемых в окружающую среду при хранении, транспортировании и эксплуатации; вероятность вредных выбросов в окружающую среду, уровень вредных излучений, др.

XI. Показатели безопасности характеризуют особенности продукции, обуславливающие при ее эксплуатации и потреблении безопасность человека. К таким показателям относятся: вероятность возникновения аварийных ситуаций, вероятность безопасности работы человека, время срабатывания защитных устройств, др.

XII. Экономические показатели характеризуют затраты на разработку и изготовление, а также экономическую эффективность использования продукции. К таким показателям относятся: отпускная цена продукции, рыночная цена, приведенные затраты на единицу продукции, себестоимость единицы продукции, др.

XIII. Показатели утилизации характеризуют эффективность технологий преобразования (переработки) изделий, отслуживших свой срок эксплуатации, в сырье и материалы для последующего производства новых товаров или услуг различного назначения. К показателям данной группы относятся: трудоемкость сборки-разборки,

виды и трудоемкость транспортировки изделия к месту утилизации, коэффициент снижения физико-механических свойств материалов в процессе вторичной переработки.

Принципиально важным аспектом рассматриваемого принципа является комплексность (системность) оценки, обеспечиваемая представлением всех рассмотренных групп показателей, применима не только к объекту-системе, но и к любой части системы (к под-системе, модулю, элементу).

При этом показатели, используемые для оценки объекта-системы, используются и для оценки ее частей с соответствующей детализацией и конкретизацией.

Выводы

1. Следует отметить, что рассмотренные основные принципы системного мышления дополняются рядом частных принципов, которые конкретизируют или уточняют основные:

– принцип функциональности требует совместного рассмотрения структуры и функции с приоритетом функции над структурой. На практике этот принцип, в частности, означает, что в случае придания системе новых функций полезно пересмотреть ее структуру (правило: новые функции – новая структура);

– принцип сочетания централизации и децентрализации: при управлении в сложных системах их компонентам необходимо предоставлять определенную свободу в выполнении возложенных на них функций;

– принцип неопределенности: учет и анализ неопределенностей и случайных событий, возникающих в системе в процессе ее функционирования;

– принцип организованности: решения и действия в системе должны соответствовать степени ее детализации, определенности, организованности;

– принцип чувствительности: вмешательство в систему должно согласовываться с уровнем ее реакции на вмешательство;

– принцип свертки: информация и управляющие воздействия свертываются (укрупняются, обобщаются) при движении информации снизу вверх по иерархическим уровням;

– принцип формализации: системное исследование направленно на получение количественных характеристик и параметров системы, создание методов, сужающих неоднозначность понятий, определений, оценок и др.

2. В данной главе осуществлена попытка краткого изложения сущности методологии системного мышления через формулирование и анализ принципов (правил, утверждений, постулатов, аксиом и рекомендаций), выработанных наукой и практикой их использования в различных областях целенаправленной деятельности.

3. По мнению автора, такой подход к изложению методологических основ системного мышления облегчает понимание излагаемого материала и способствует практическому его применению различными категориями читателей, имеющих разный уровень подготовки в области системных исследований и решающих разные по сложности задачи принятия решений в процессе проектирования и управления сложными объектами.

4. Изложенные принципы не претендуют (и не должны претендовать) на некоторую формальную завершенность, учитывая все возрастающее разнообразие практических задач, ситуаций и условий, возникающих в процессе проектирования и управления сложными объектами.

5. Важно отметить, что рассмотренные принципы СМ – это не разрозненное их множество, а *открытая* (а не закрытая) *система*, структурой $S_{\text{тр}}$ которой является: $S_{\text{тр}} = \langle X, Y \rangle$, где X – множество принципов СМ, которые в результате практического их применения постоянно дополняются, уточняются и модифицируются; Y – содержательные, логические и информационные отношения (связи) между принципами.

В развернутом виде принципы СМ (PSM) можно представить и исследовать в виде системы S^{PSM} (обозначения P, F, $S_{\text{тр}}$, I, O, R, E, H см. формулу 3.3):

$$S^{\text{PSM}} = \langle P^{\text{PSM}}, F^{\text{PSM}}, S_{\text{тр}}^{\text{PSM}}, I^{\text{PSM}}, O^{\text{PSM}}, R^{\text{PSM}}, E^{\text{PSM}}, H^{\text{PSM}} \rangle.$$

Темы рефератов, статей

1. Анализ сущности принципа системности.
2. Способы представления и исследования объекта как системы.
3. Анализ условий функционирования системы.
4. Анализ научного вклада в развитие идей системного мышления Р.Л. Акоффа, Э.Г. Юдина, В.Н. Садовского.
5. Анализ принципов системного мышления, сформулированных П. Сенджем (P. Senge) и Дж. Гараедаги (J. Gharajedaghi).
6. Вклад Дж. О'Коннора (J. O'Connor) в развитие методологии системного мышления.
7. Системное познание мира. Анализ работ А.Н. Аверьянова, Дж. Клира (G. Klir), А.И. Уёмова, П.К. Анохина.
8. Применение принципа рекурсивности в процессе решения сложных задач проектирования и управления.
9. Методы и принципы итерационного моделирования в задачах исследования сложных систем.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что такое модель? Определите ее признаки.
2. Дайте характеристику основных разновидностей моделей.
3. Что такое информация? Каковы свойства информации? Какие требования предъявляются к информации?
4. В чем сущность принципа рекурсивности?
5. Что такое развитие?
6. Какая разница между ростом и развитием системы?
7. Каково содержание процесса развития системы?
8. Анализ различных способов представления исследуемого объекта системными моделями.
9. Какая существует связь между производственной структурой и оргструктурой управления?
10. Проанализируйте понятие «адаптация».
11. Охарактеризуйте понятие «системообразующий фактор».
12. Анализ основных функций системы управления временем.

ГЛАВА 4. МЕТОДЫ ОБРАЩЕНИЯ С ПРОБЛЕМАМИ

*«Умные люди решают проблемы,
мудрые – предупреждают их».
Альберт Эйнштейн*

Вводные замечания

Все возрастающая динамичность и противоречивость развития экономических, политических, социальных и природно-естественных процессов в современном мире порождают новые вызовы и проблемы, которые мы должны решать для того, чтобы достигнуть жизненно важных целей, таких как: сохранение среды обитания и здоровья, сохранение духовных и моральных ценностей, увеличение продолжительности и качества жизни, достижение устойчивого положительного баланса в проблеме «рождаемость-смертность», др.

Возникающие все новые, сложные и малопонятные («размытые») проблемы требуют решения следующих классов задач:

1. Познание сущности (генезиса) проблем (изучение их причин, обстоятельств, условий).

2. Исследование факторов, влияющих на возникновение проблем.

3. Изучение признаков, по которым одни проблемы можно отличить от других (разработка классификации проблем по различным основаниям);

4. Исследование и классификация проблемных ситуаций, которые либо *констатируют существование* реальной проблемы (о которой нам может быть ничего не известно), либо *«сигнализируют» о зарождении* проблемы или о том, что проблема *существовала*, но априори неизвестно, появится ли она в будущем.

С проблемами необходимо научиться оперировать.

5. Разработка методов обращения с проблемами;

6. Разработка средств, с помощью которых реализуются тот или иной выбранный метод обращения с проблемой;

7. Разработка и применение эвристических процедур, способствующих решению проблемы.

Перечисленные классы задач представляют собой основу нового научного направления в области проектирования и управления

сложными системами (техническими, социально-экономическими, познавательными, др.), получившего в научных и научно-практических работах название «проблемология».

Данный термин был предложен и впервые использован В.М. Глушковым, однако только в последнее десятилетие появились немногочисленные научные публикации Р.Л. Акоффа, В.Е. Никифорова, Л.М. Фридмана, А.П. Хилькевича, Ю.Н. Лапыгина, посвященные философско-методологическим и научно-практическим аспектам проблемологии.

4.1. Анализ понятий «проблемная ситуация» и «проблема»

На протяжении XIX–XXI вв. понятие «проблема» интенсивно используется в исследованиях в конкретных областях естествознания, философии и методологии познания.

Учитывая многоаспектность этого понятия, термин «проблема» не имеет (и, вероятно, не должен иметь) однозначной, всеми признаваемой интерпретации.

Ниже приведены наиболее часто употребляемые определения данного понятия.

1. «Проблема – предложенный вопрос, требующий решения» [Энциклопедический всенаучный словарь, 1882, с. 531].

2. «Проблема научный вопрос, разрешение которого представляет трудности» [Философский словарь, 1911, с. 212].

3. «Проблема – теоретический или практический вопрос, требующий разрешения, задача, подлежащая исследованию» [Толковый словарь русского языка, 1939, с. 890].

4. «1. Любая ситуация, практическая или теоретическая, для которой нет удовлетворительного автоматического или привычного ответа и которая поэтому вызывает мыслительный процесс. 2. Любой вопрос, предлагаемый для решения» [Dictionary of philosophy, 1960, с. 255].

5. «Система требований и высказываний, в которой содержатся требования, выражающие цели человеческой деятельности, и высказывания об условиях достижения этой цели, является проблемой, если неизвестен алгоритм, с помощью которого преследуемая цель может быть достигнута конечным числом шагов» [Partey, Wachter, 1966, с. 9–10].

6. «Проблему можно представить как такую разновидность вопроса, ответ на который не содержится в накопленном знании и не может быть получен путем его преобразования известными старыми методами» [32].

7. «... проблема – такой вопрос, который является кумулятивной формой выражения сложного логического образования, имеющего строго определенную функцию – быть выражением потребностей общества в определенном образом направленных научных изысканиях» [32].

8. «Проблема – это субъективная форма выражения необходимости развития научного познания. Она является отражением проблемной ситуации» [32].

9. «Система высказываний и вопросов, содержащая высказывания относительно данных и обстоятельств некоторой цели, а также вопросы о цели человеческой деятельности...» [Partey, 1968, с. 163].

10. «В определенном смысле в системе сконцентрировано все истинное знание, тогда как в проблеме собрана главным образом неопределенность» [Гортари, 1959, с. 313].

11. «Побуждаемый потребностями и интересами, человек сознательно ставит цель – познать неизвестное, которое становится проблемой» [Психология, 1970, с. 200].

12. «... проблема не тождественна вопросу, лишь выражающему факт незнания. Чтобы проблема могла послужить отправным пунктом в построении теории, в ней должно содержаться и определенное знание о самом объекте» [34].

13. «... научная проблема – это вопрос, ответ на который не может быть получен на основе существующей системы научных знаний и должен быть найден посредством поисковой деятельности и подтвержден доказательством» [Дун, 1973, с. 109].

14. «Реальные вопросы, реальные проблемы, возникающие в движении исследующей мысли, всегда вырастают перед мышлением в виде противоречий в определении, в теоретическом выражении фактов» [Ильенков, 1974, с. 248].

15. «... проблема есть знание о незнании какой-то стороны объекта, выраженное системой высказываний, центральное место в которой занимают вопросы или вопрос» [36].

16. «... проблема есть не только исходный пункт гипотезы, но также и то, что сопутствует гипотезе на всем ее пути...» [36].

17. «Проблема – система различного знания, включающего в себя ранее установленные факты, мысли о возможности решения поставленной проблемы, саму ее постановку. Эта система представляет собой совокупность суждений, в центре которой стоит суждение-вопрос» [12].

18. «Проблема – теоретический или практический вопрос, который необходимо изучить и разрешить» [12].

19. «Проблема – это сложный вопрос, задача, требующие разрешения, исследования» [37].

20. «Проблема – это рационально выраженная система взаимодействий (узел связей) компонентов проблемной ситуации. Проблема как «знание о незнании» очерчивает область неизвестного, круг вопросов, на которые следует найти ответ» [Агапов, 1975, с. 15].

21. «Проблема... в широком смысле сложный теоретический или практический вопрос, требующий изучения, разрешения, в науке – противоречивая ситуация, выступающая в виде противоположных позиций в объяснении каких-либо явлений, объектов, процессов и требующая адекватной теории для ее разрешения» [БСЭ, 3-е изд., т. 21, с. 7].

22. «... с гносеологической точки зрения проблема – это разновидность знания, объектом которого является не непосредственная предметная реальность, а состояние нашего знания об этой реальности» [Жариков, 1976, с. 185].

23. «Проблема является формой, способствующей определению направления в организации научного исследования» [Жариков, 1976, с. 185].

24. «Проблемы – главные задачи» [Фейман и др., 1976, с. 58].

25. «Проблемой будем называть вопрос (или совокупность вопросов), ответом (или решением) на который является теория в целом» [Грязнов, 1977, с. 61].

26. «Проблема не предшествует теории во времени, скорее «наоборот». Отсюда тривиально получается вывод, что проблема уже содержит в себе и свое решение, т. к. оно существует в теории до существования проблемы» [Грязнов, 1977, с. 63].

27. «Проблема – результат особого рода познавательной деятельности» [Грязнов, 1977, с. 64].

28. «... научная проблема – это исходная содержательная форма теоретического познания» [Дорофеева, 1977, с. 39].

29. «Проблема – такая задача, которая связана с некоторой практической или теоретической трудностью, требующей исследовательской умственной или физической активности» [Кобзарь, 1977].

30. «Проблема – набор важных задач, имеющих много аспектов» [Основы инженерной психологии, 1977, с. 5].

31. «... проблема не только начальный момент, но и центральное звено познавательного процесса» [34].

32. «Проблема представляет собой ряд очень трудных задач» [Хант, 1978, с. 25].

33. «... проблемы и вопросы – такой же необходимый компонент в структуре науки, как и теории, концепции, факты, методы и т.д.» [41].

34. «... проблема рассматривается как форма познавательного противоречия» [41].

35. «Научная проблема есть вопрос. Проблема обладает всеми признаками вопроса» [41].

36. «... проблемы не входят ни в объект, ни в предмет исследования, поскольку они не содержатся в объективной действительности, а характерны для процесса освоения ее человеком. Но они определяются как объектом, так и предметом исследования, что выражается в том, что во всякой проблеме отображается переход от объекта к предмету исследования, от данного к искомому, от незнания к знанию» [41].

37. «Проблема, в том числе и научная, представляет собой, прежде всего, субъективное отражение объективной действительности» [Гиргинов, 1979, с. 88].

38. «Научная проблема как субъективный образ объективной действительности есть вид знания. Научная проблема не является просто бессодержательным вопросом, на который необходимо дать содержательный ответ. Научная проблема действительно выявляет незнание... » [Гиргинов, 1979, с. 89].

39. «Возникает именно на границе между знанием и незнанием о данном объекте исследования (материальном, духовном или самом научном познании), научная проблема является выражением закономерной тенденции в развитии познания – от менее глубокого к более глубокому, от менее существенного к более существенному, выражением необходимости прибавить к полученной сумме относительно истинных знаний новые зерна абсолютной истины о сущ-

ости исследуемых вещей, явлений, процессов, то есть об объекте научного познания» [Гиргинов, 1979, с. 89].

40. «Проблема – это вопрос, являющийся частью теории, от которого зависит сама теория, ибо он является последним ее звеном» [Порн, 1979, с. 61].

41. «Проблема... форма генезиса новых знаний, форма перехода от незнания к знанию» [42].

42. «Проблема является не только исходным пунктом исследования, о котором можно забыть после того, как деятельность уже начата; напротив, существование проблемы только и делает исследование осмысленным» [Карпович, 1980, с. 9].

43. «Проблема... выступает как связующий элемент в постулатном движении человеческого знания от неполного и неточного ко все более полному и точному» [Карпович, 1980].

44. «... не всякая задача может быть проблемой, хотя всякая проблема представляет собой некоторую специфическую задачу познания» [43].

45. «... выявление проблемной ситуации и формулирование научных проблем можно представить как особый вид деятельности, который характеризуется тем, что она является связующим звеном между познавательной и практической деятельностью» [43].

46. «... любую проблему можно представить как единство двух содержательных элементов: 1) знания о незнании и 2) предположения о возможности открытия либо неизвестного закона в определенной непознанной сфере (в фундаментальных науках), либо принципиально нового способа практического применения ранее полученного знания (в науках прикладного цикла)» [44].

47. «Проблема является исходным структурным элементом научного исследования. В качестве первоначального определения проблемы принято представлять ее в виде противоречия между существующими теориями и новыми фактами. Проблема есть специфическое следствие из предыдущих результатов знания» [Межидов, 1980, с. 82].

48. «Проблема... объективно возникающий в ходе развития познания вопрос или целостный комплекс вопросов, решение которых представляет существенный практический или теоретический интерес» [43].

49. «Проблема – теоретический или практический вопрос, требующий решения» [29].

50. «Проблема является субъективной формой выражения необходимости развития научного знания» [30].

51. Проблема... оказывается формой фиксации противоречия между субъектом и объектом (с одной стороны, потребности субъекта овладеть объектом и, с другой стороны, отсутствие знаний, необходимых для этого)» [31].

52. «Проблема... противоречие между знанием и незнанием» [33].

53. «Проблему можно охарактеризовать как разновидность вопроса, ответ на который не содержится в накопленном знании и алгоритм решения которого неизвестен [35].

54. «Под проблемой понимается совокупность (система) вопросов, ответы на которые еще не получены, но их необходимо получить для дальнейшего развития науки, техники, всей социальной практики» [38].

55. «...проблема – это, с одной стороны, способ выражения осознанной теоретической или эмпирической необоснованности некоторого фрагмента знания наличными научными средствами, а с другой – неразвернутая гипотеза, являющаяся зародышем решения определенной познавательной задачи» [39].

56. «Проблема – это вопрос, с которым мы обращаемся к саой природе, к жизни, к практике, к теории, к неведомому» [40].

57. «Проблема является знаковой моделью проблемной ситуации. Она зависит от объективно складывающейся проблемной ситуации и выступает как отображение последней... всякая проблема есть конъюнкция отрицающих друг друга гипотез и, наоборот, конъюнкция отрицающих друг друга гипотез составляет некоторую проблему» [41].

58. «Проблема – начальный этап научного исследования и повлечение всякой научной теории обусловлено предварительной постановкой соответствующей проблемы» [41].

59. «Проблема (греч. *problema* – «преграда, трудность, задача») – в широком смысле – сложный теоретический или практический вопрос, требующий разрешения; в узком смысле – ситуация, характеризующаяся недостаточностью средств для достижения некоторой цели. Творчество как процесс создания нового неизбежно связано с постановкой и разрешением проблемы (П). Разрешение всякой П. можно представить как ряд последовательных, взаимосвязанных шагов, ведущих, в конечном счете, к уменьшению неопределенно-

сти в знаниях и деятельности человека и, тем не менее, до самого последнего момента отличающихся недостаточностью возможностей для получения окончательного решения, являющегося целью творческого поиска. Цель П. достигается лишь тогда, когда вырабатывается идея, могущая выполнить роль необходимого и достаточного средства для получения такого решения. Тем самым П. преобразуется в задачу, решаемую по правилам преобразования ее условий» [46].

60. Проблема есть исходная форма организации знаний, представляющая собой систему высказываний о проблемной ситуации и совокупность вопросов, решение которых необходимо для ее разрешения и возможно путем получения нового знания [27].

Анализ приведенных определений понятия «проблема» показывает, что наиболее часто встречающимися признаками проблемы являются [27]:

- «знание о незнании»;
- «система вопросов о цели человеческой деятельности»;
- «отправной пункт научного исследования... построение теории»;
- «особый вид деятельности... результат познавательной деятельности особого рода»;
- «отражение проблемной ситуации»;
- задача, которую необходимо решить.

4.2. Анализ проблемных ситуаций

При рассмотрении видов отношений между проблемной ситуацией (PS) и проблемой (Pr) возникают следующие вопросы:

1. Что первично – PS или Pr? (Вспомним: что первично – яйцо или курица?).
2. Как PS и Pr связаны во времени?
3. Как PS и Pr связаны в пространстве?
4. Если PS – это причина появления (или проявления) проблемы Pr (т.е., Pr – это следствие), то может ли Pr стать (или быть) причиной данной или будущих PS? Если может, то *что* подлежит преодолению (устранению): а) PS или Pr? либо б) PS и Pr? (см. рис. 4.1.)

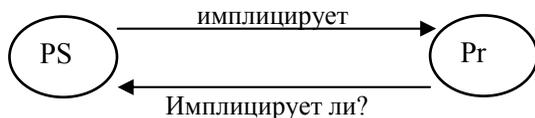


Рис. 4.1. Возможные отношения между PS и Pr

Рассмотрим следующие функции, которые PS может выполнять относительно Pr:

- 1) PS *объясняет* Pr, т.е. способствует установлению причины появления Pr;
- 2) PS *влияет на появление* Pr (т.е. способствует возникновению);
- 3) PS *способствует проявлению* (идентификации) Pr;
- 4) PS *сигнализирует* об уже существующей Pr;
- 5) PS *предупреждает* (информирует) о зарождении Pr;
- 6) PS *порождает* Pr (т.е. PS является причиной Pr);
- 7) PS *ускоряет* (катализирует) Pr;
- 8) PS *предвещает* появление Pr (т.е. PS – это симптом Pr);
- 9) PS выступает в качестве *условия*, при котором Pr может проявиться, возникнуть или разрушиться;

Во временном рассмотрении PS может *предшествовать* Pr (см. функции 2, 5, 6, 8, 9) или, наоборот, *следовать за* Pr (см. функции 1, 3, 4, 7).

В пространственном рассмотрении и PS и Pr могут «дислоцироваться» (существовать) как в системе S, так и вне системы:

PS \ Pr	Pr	В системе S	Вне системы S
В системе S		A	B
Вне системы S		C	D

Рассмотрим процедуру (алгоритм) анализа ситуаций A, B, C и D.

Шаг 1. Установить, какая именно ситуация A, B, C или D¹ имеет место в конкретном случае.

¹ Ситуация D означает, что система S не имеет отношения ни к PS, ни к Pr и наоборот. Следовательно, использовать рассматриваемую процедуру в ситуации D не имеет смысла.

Шаг 2. Необходимо проанализировать и определить, *какую (или какие) функции* из девяти вышерассмотренных выполняет PS относительно Pr.

Шаг 3. Исследовать Pr, (т.е. определить ее свойства и условия возникновения) по всем *девятнадцати* классификационным признакам (см. п. 4.4).

Шаг 4. Проанализировать адекватность и эффективность всех возможных и доступных методов обращения с проблемами (МОП) (см. главу 4.5) и выбрать предпочтительный МОП;

Шаг 5. Организовать процесс (разработать план) реализации выбранного МОП (определить виды работ, временные параметры, объемы и источники необходимых ресурсов, ответственных лиц или подразделений);

Шаг 6. Разработать и обеспечить реализацию процедур:

а) контроля за качеством исполнения плановых заданий (см. шаг 5);

б) анализа результатов контроля;

Шаг 7. Принятие решений по возможным корректировкам работ, выполняемых на шагах 1–6 данной процедуры¹.

Далее рассмотрим процедуру количественного измерения проблемных ситуаций PS.

Используем «рабочее» определение PS:

PS – это наблюдаемое и зафиксированное нежелательное отклонение фактических значений $N_m^{\text{факт}}$ каждого m-мого контролируемого параметра от желаемых (целевых, требуемых, эталонных) значений $N_m^{\text{эт}}$ этих параметров, т.е.

$$PS = N_m^{\text{эт}} - N_m^{\text{факт}}, m \in M. \quad (4.1)$$

Одним из алгоритмов решения задачи количественного изменения PS является следующий:

I. Формируется множество M контролируемых параметров системы S.

В общем случае множество M должно включать подмножества таких контролируемых параметров, как: экономические (M_1), тех-

¹ Сказанное означает, что данный алгоритм является итерационной процедурой, при этом в каждом конкретном случае количество итераций априори неизвестно.

нические (M_2), экологические (M_3), эргономические (M_4), эстетические (M_5), социально-психологические (M_6), показатели гигиены и безопасности (M_7).

Другими словами,

$$M \subset \{M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, m_7\}. \quad (4.2)$$

II. На каждый $m \in M$ накладывается ограничение, выполнение которого направленно на достижение целей системы S^1 .

В практике проектирования и управления сложными системами используются следующие основные виды ограничений.

1. *Функциональные* ограничения:

$$N_m^{\text{эт}} = N_m^{\text{факт}}. \quad (4.3)$$

2. *Областные* ограничения:

2.1. Для максимизируемых параметров:

$$N_m^{\text{факт}} \geq \underline{N}_m, \quad (4.4)$$

где \underline{N}_m – наименьшее допустимое значение m -ого параметра (т.е., нижняя граница);

2.2. Для минимизируемых параметров:

$$N_m^{\text{факт}} \leq \bar{N}_m, \quad (4.5)$$

где \bar{N}_m – наибольшее допустимое значение m -ого параметра (верхняя граница).

2.3. Область допустимых значений $N_m^{\text{факт}}$:

$$N_m^{\text{факт}} = [\underline{N}_m, \bar{N}_m]. \quad (4.6)$$

¹ Сформулируем правило: на каждой m -й параметр *должно быть* наложено ограничение, но *только одно* из рассматриваемых ниже видов ограничений.

Такое интервальное задание ограничений приемлемо как для максимизируемых, так и для минимизируемых параметров.

3. Экстремальные ограничения типа:

$$3.1. N_m^{\text{факт}} \rightarrow \max \text{ (для максимизируемых параметров)}. \quad (4.7)$$

$$3.2. N_m^{\text{факт}} \rightarrow \min \text{ (для минимизируемых параметров)}. \quad (4.8)$$

Экстремальные ограничения означают, что $N_m^{\text{факт}}$ должно возрастать (или уменьшаться), но не указывают конкретных пороговых (граничных) значений \underline{N}_m или \bar{N}_m .

Понятно, что, если функциональные ограничения являются наиболее «жесткими», то экстремальные – наиболее «мягкими», указывающие только желательное направление изменения N_m , но не содержит количественные оценки типа \underline{N}_m , \bar{N}_m и $N_m^{\text{эт}}$.

В практике проектирования и управления сложными объектами экстремальные ограничения накладываются на второстепенные параметры, являющиеся только объектами наблюдения, но не объектам управления.

Учитывая, что виды ограничений, а также \underline{N}_m , \bar{N}_m и $N_m^{\text{эт}}$ в процессе проектирования и управления могут корректироваться (в зависимости от темпов достижения целей), то и экстремальные ограничения, при необходимости, могут быть преобразованы либо в функциональное, либо в один из видов областных ограничений.

Эталонные ограничения $N_m^{\text{эт}}$ всегда должны принадлежать области допустимых значений, т.е., не противоречить ограничениям.

$N_m^{\text{эт}}$, $m \in M$, характеризует идеальное (наилучшее из допустимых), но достижимое состояние системы.

III. Проблемная ситуация PS возникает и фиксируется тогда, когда текущее значение $N_m^{\text{факт}}$ любого m -ого параметра не удовлетворяет наложенному на него ограничению или не достигается $N_m^{\text{эт}}$.

В табл. 4.1 приведен пример, иллюстрирующий данную процедуру.

Таким образом, проблемные ситуации выявлены по параметрам: П, Э и ОП.

В данном примере проблемные ситуации заключается в следующем:

- по НП: не выполнено ограничение;
- по Э: ограничение выполнено, но не достигнуто $N_m^{\text{эт}}$;
- по ОП: не выполнено ограничение и не достигнуто $N_m^{\text{эт}}$.

Таблица 4.1

№	Контролируемые параметры системы S	Единица измерения параметров	Ограничения, наложенные на параметры	Текущие (фактические) значения $N_m^{\text{факт}}$	Эталонное значение $N_m^{\text{эт}}$	Проблемная ситуация
1.	Норма прибыли (НП)	%	$НП \geq 10$	8	9	-2=8-10
2.	Себестоимость (С)	млн руб.	$С < 5$	4,9	4,8	+0,1=4,9-4,8
3.	Энергоресурсы (Э)	кВт/ч	$Э \leq 1000$	1000	900	-100=900-1000
4.	Объем производства (ОП)	шт.	[400,500]	390	450	-60=390-450
5.	Численность работников	чел.	55	55	55	-

Проблемные ситуации, связанные с невыполнением ограничений (в выше рассмотренном примере – это НП и ОП) будем называть *критическими*, а ситуации, связанные только с недостижением $N_m^{\text{эт}}$ – *не критическими* (в примере – это Э).

Рассмотрим другой пример. Пусть в течение фиксированного периода времени наблюдается тенденция к ухудшению некоторых контролируемых параметров N_m системы S, хотя ограничения, наложенные на эти параметры, еще выполняются.

В этом случае также имеет место проблемная ситуация, которую необходимо зафиксировать для того, чтобы заранее (с упреждением) принять меры по ее устранению.

Обобщая сказанное, отметим, что любое ухудшение значений $N_m^{\text{факт}}$ контролируемых параметров (еще удовлетворяющих ограничениям и, тем более, уже не удовлетворяющих) есть проблемная ситуация.

Приведем еще один пример. Пусть $N_m^{\text{факт}}$ удовлетворяет наложенному ограничению и отсутствует тенденция к ухудшению $N_m^{\text{факт}}$ за некоторый период времени, но имеют место сбои внутри системы, которые *еще не привели* к негативным изменениям $N_m^{\text{факт}}$. В этом случае проблемная ситуация PS находится на уровне подсистем и/или элементов системы.

Для выявления таких проблемных ситуаций необходимо каждую подсистему (и, возможно, ее элементы) описывать точно так же, как

и систему S (см. описанную выше процедуру количественного измерения PS), т.е., сформировать множество контролируемых параметров каждой подсистемы; задать ограничения по каждому параметру каждой подсистемы; организовать контроль текущего состояния параметров подсистем.

Еще один пример. Пусть в системе S и в ее подсистемах нет недопустимых (по ограничениям) отклонений или негативных тенденций, однако в организации есть устремление (желание, цель) улучшить работу системы и/или ее подсистем. Эта задача сводится к формированию нового (или пересмотру старого) вектора ограничений на параметры M системы S или ее подсистем.

Используя результаты анализа рассмотренных примеров, приведем классификацию PS в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Классификация проблемных ситуаций

№	Уровни иерархии системы	Признаки, характеризующие наличие проблемной ситуации		
		Признак 1. Текущие значения $N_{m \text{ факт}}$, $m \in M$ удовлетворяют требованиям и ограничениям	Признак 2. Текущие значения $N_{m \text{ факт}}$, $m \in M$ удовлетворяют ограничениям, но наблюдается тенденция к их ухудшению	Признак 3. Текущие значения $N_{m \text{ факт}}$, $m \in M$ удовлетворяют ограничениям, тенденция к их ухудшению отсутствует, но ЛПП задает новый вектор ограничений
1.	Система	PS – 1.1.	PS – 1.2.	PS – 1.3.
2.	Подсистемы	PS – 2.1.	PS – 2.2.	PS – 2.3.
3.	Элементы системы	PS – 3.1.	PS – 3.2.	PS – 3.3.

Записанные в таблице проблемные ситуации понимаются и читаются следующим образом: например, PS – 1.2. – это проблемная ситуация, возникшая в системе (уровень 1) по признаку 2.

В данной таблице приведена классификация чистых PS.

Чистой будем называть такую проблемную ситуацию, которая возникла на каком-либо одном из трех уровней иерархии системы и характеризуется одним из трех признаков. Количество чистых PS равно 9.

Смешанной (сложной) проблемной ситуацией называется такая, которая имеет место на двух или трех уровнях системы одновременно и/или характеризуется двумя или тремя признаками.

Примеры смешанных PS:

1. {PS – 1.1. \wedge PS – 2.1.}
2. {PS – 2.1. \wedge PS – 2.2. \wedge PS – 1.3.}

Условия существования проблемных ситуаций:

1. Если имеет место хотя бы один из трех признаков, характеризующих наличие PS, то проблемная ситуация существует;
2. Если ни один из трех признаков, характеризующих наличие PS, не имеет место, то проблемная ситуация не существует.

В случае чистых PS логическая связь трех признаков, характеризующих наличие PS, следующая:

а) Признак 1 $\Rightarrow \neg (2 \wedge 3)$, т.е., если имеет место признак 1, то не имеют места признаки 2 и 3;

б) Признак 2 $\Rightarrow \neg (1 \wedge 3)$, т.е., если имеет место признак 2, то не имеют места признаки 1 и 3;

в) Признак 3 $\Rightarrow (1 \wedge \neg 2)$, т.е., если имеет место признак 3, то имеет место признак 1 и не имеет места признак 2.

Виды смешанных проблемных ситуаций

Любая смешанная проблемная ситуация представляет собой некоторую комбинацию чистых PS.

Перечислим 9 видов смешанных PS:

1. Когда имеет место PS – 1.1, то могут иметь место только: PS – 2.2. и/или PS – 3.2. и/или PS – 2.1. и/или PS – 3.1.

Отсюда следует, что если имеет место PS – 1.1., то не имеют места ни PS – 1.2, ни PS – 1.3, ни PS – 2.3., ни PS – 3.3, то есть PS – 1.1. $\Rightarrow \neg (PS – 1.2. \wedge PS – 1.3. \wedge PS – 2.3. \wedge PS – 3.3.)$;

2. Когда имеет место PS – 2.1., то могут иметь место только: PS – 1.2. и/или PS – 3.2;

3. Когда имеет место PS – 3.1., то могут иметь место только: PS – 1.2. и/или PS – 2.2;

4. Когда имеет место PS – 1.2, то могут иметь место только: PS – 2.1. и/или PS – 3.1;

5. Когда имеет место PS – 2.2., то могут иметь место только:

- PS – 1.1. и/или PS – 3.1;
 6. Когда имеет место PS – 3.2., то могут иметь место только:
 PS – 1.1. и/или PS – 2.1;
 7. Когда имеет место PS – 1.3., то могут иметь место только:
 PS – 1.1. и/или PS – 2.1 и/или PS – 3.1. и/или PS – 2.3. и/или PS – 3.3;
 8. Когда имеет место PS – 2.3., то могут иметь место только:
 PS – 1.3. и/или PS – 3.3 и/или PS – 1.1 и/или PS – 2.1. и/или PS – 3.1;
 9. Когда имеет место PS – 3.3., то могут иметь место только:
 PS – 1.3. и/или PS – 2.3 и/или PS – 1.1. и/или PS – 1.2.

Выводы

В данном параграфе проанализированы:

- а) функции, выполняемые PS относительно Pr;
- б) установлено, что PS и Pr могут существовать как в исследуемой системе S, так и вне ее (т.е., во внешней среде);
- в) рассмотрена процедура количественного измерения PS;
- г) проанализированы основные виды ограничений, каждое из которых может быть наложено на каждый m-й параметр системы S;
- д) проанализированы виды чистых и смешанных PS;
- е) проанализированы условия существования PS.

4.3. Анализ причин возникновения проблемных ситуаций

Проанализируем возможные причины возникновения проблемных ситуаций, которые могут возникнуть в каждом параметре системной модели объекта исследования, представленного «восьмеркой» $S = \langle P, F, S_{ст}, I, O, R, E, H \rangle$.

В табл. 4.3 рассмотрим возможные пути устранения выявленных причин проблемных ситуаций.

Таблица 4.3

Анализ причин возникновения проблемных ситуаций
по каждому из восьми параметров системы

Возможные причины возникновения проблемных ситуаций («сбоев»)	Возможные пути устранения причин «сбоев» (Что делать?)
1	2
П а р а м е т р ы с и с т е м ы	
I. Цель (цели) (P)	
1. Цели противоречивы	1. Удаление или коррекция противоречивых целей и внесение изменений в дерево целей и/или оргграфа целей. 2. Дополнительный анализ ресурсного обеспечения целей
2. Цели количественно неизмеримы (т.е. заданы вербально)	Задать (уточнить) единицы измерения целей
3. Цели неоднозначно заданы.	Уточнить формулировку целей.
4. Цели избыточны	Дополнительный анализ дерева целей и удаление из него дублирующих, несущественных, противоречивых или недостижимых
5. Цели не иерархичны (не упорядочены по принципу «целое – часть»), т.е. цели каждого последующего нижнего уровня не являются подцелями каждого предыдущего верхнего уровня	Дополнительный анализ дерева целей по шести уровням иерархии: стратегические, долго-, средне-, краткосрочные, тактические и оперативные
6. Цели не упорядочены по времени реализации	Скорректировать временные параметры сетевой модели целей
7. Связи типа «воздействия» и «взаимодействия» некорректно определены или отсутствуют	Дополнительный анализ оргграфа целей
8. Фактические («реальные») связи целей не соответствуют требуемым: – по типу связей (одно-, двусторонние); – по мощности (интенсивности) связей; – по воздействию связей (положительные, отрицательные)	Дополнительный анализ оргграфа и, возможно, дерева целей

Продолжение табл. 4.3

1	2
<p>9. Цели плохо структурированы: – по группам целей (экономические, социальные, цели развития); – по степени влияния на конечные результаты производственно-хозяйственной деятельности (ПХД)</p>	<p>1. Дополнительный анализ и, возможно, коррекция дерева целей. 2. Уточнение классификации целей по степени влияния на конечные цели ПХД (основные, вспомогательные, дополнительные) с последующей их реализацией в указанном порядке</p>
<p>10. Цели не обеспечены ресурсами: – по видам ресурсов; – по объемам ресурсам; – по интенсивности использования ресурсов; – по времени поступления ресурсов; – по периодичности поступления ресурсов</p>	<p>1. Поиск новых источников ресурсов и определение путей доступа к ним. 2. Поиск новых поставщиков ресурсов. 3. Внедрение ресурсосберегающих технологий. 4. Замещение ресурсов; 5. Приведение количественных характеристик целей в соответствие с имеющимися ресурсами</p>
<p>11. Организация контроля за процессом реализации целей неудовлетворительна: по срокам, по продолжительности, по глубине, по методам, по средствам, по оперативности передачи результатов контроля ЛПП, по адресности передачи результатов контроля, др.</p>	<p>Упорядочение работы (или реорганизация) подразделения, отвечающего за контроль процесса реализации целей</p>
<p>12. Организация работ по управлению целями на основе результатов контроля реализации целей <u>неудовлетворительна</u></p>	<p>Упорядочение работы (перераспределение функций, прав, ответственности) или структурная реорганизация центра принятия решений (ЦПР)</p>
<p>13. ЦПР отсутствует или неэффективно функционирует (из-за недостаточной профессиональной подготовки, опыта, квалификации, распределения прав, полномочий и ответственности в ЦПР)</p>	<p>Организация или реорганизация службы ЦПР</p>

Продолжение табл. 4.3

1	2
14. Цели не соответствуют: текущему состоянию рыночной конъюнктуры; динамике изменений рыночной среды; тенденциям развития конкретного сегмента рынка	Организация, реорганизация службы (подразделения) маркетинга и, следовательно, корректировка дерева функций и оргграфа функций
15. Цели не обеспечены функциями (действиями), необходимыми для реализации целей	Проверка соответствия дерева функций дереву целей и, возможно, корректировка указанных деревьев
16. Цели недостижимые: – по требуемым ресурсам; – по времени реализации целей; – по количественным характеристикам целей	Привести цели в соответствие с имеющимися ресурсами; корректировка временных параметров сетевой модели реализации целей; количественные характеристики целей привести в соответствие с имеющимися ресурсами
17. Другие возможные причины	
II. Функции (F)	
1. Множество функций <i>не полное</i> (т.е. не все цели, зафиксированные в дереве целей, обеспечены необходимым и достаточным множеством функций)	Дополнительный анализ и, возможно, коррекция (дополнение) дерева функций такими, которые являются необходимыми для реализации конкретной цели, зафиксированной в дереве целей
2. Множество функций <i>избыточно</i> (т.е. включает такие функции, которые не являются необходимыми с точки зрения реализации сформулированных целей)	Проверка соответствия дерева функций дереву целей. Те функции, которые не служат средством достижения ни одной из целей, удаляются из дерева функций
3. Наличие в дереве функций <i>дублирующих функций</i>	Дублирующие функции (как разновидности избыточных) должны быть удалены из дерева функций с необходимой корректировкой оргграфа функций

Продолжение табл. 4.3

1	2
4. Интенсивность функций <i>недостаточна</i> для реализации каждой конкретной цели	Разработка и реализация мероприятий по: организации производства и труда; совершенствованию системы оценки и стимулирования труда; повышению производительности труда; повышению профессионального уровня исполнителей
5. Ресурсное обеспечение выполнения функций <i>недостаточно</i>	Выявить ресурсно не обеспеченные функции; рассчитать по ним требуемые ресурсы; обеспечить этими ресурсами исполнителей функций
6. Распределение ресурсов по функциям <i>неадекватно</i> реально требуемым затратам ресурсов (по видам, объемам, времени обеспечения)	Перераспределение ресурсов по всем функциям в соответствии с фактически требуемым объемом, сложностью и срочностью работ. Для этого применяются различные экономико-математические модели, методы и процедуры (например, метод функционально-стоимостного анализа)
7. Функции <i>не синхронизированы</i> во времени и пространстве	1. Дополнительный анализ и коррекция оргграфа функций. 2. Уточнение параметров сетевой модели выполнения функций (работ)
8. Реализация функций <i>затруднена</i> по причинам:	
8.1. Проблемы во <i>внутренней среде</i>	1. Анализ соответствия производственной структуры оргструктуре управления. 2. Выявление и анализ проблем по информационному, профессиональному и служебному взаимодействию исполнителей; 3. Анализ и устранение проблем, относящихся к психологии малых групп

Продолжение табл. 4.3

1	2
8.2. Проблемы, связанные с взаимодействием <i>со средой непосредственного окружения</i>	<p>1. Совершенствование системы взаимодействия субъекта хозяйствования и его менеджмента с координирующими, контролирующими, консультирующими и информирующими государственными и негосударственными органами.</p> <p>2. Оказание спонсорской и организационной помощи общественным организациям и объединениям</p> <p>3. Совершенствование системы взаимодействия с поставщиками, потребителями и конкурентами</p>
8.3. Проблемы, связанные с взаимодействием <i>с макросредой</i>	<p>Совершенствование маркетинговой деятельности; создание и развитие положительного имиджа субъекта хозяйствования в восприятии мирового сообщества; участие в международной специализации и кооперации труда; участие во внешних профессиональных и культурных мероприятиях и в работе международных организаций</p>
8.4. Проблемы, связанные с взаимодействием <i>с природной средой</i>	<p>1. Разработка, внедрение и использование рабочих мест и технологий, удовлетворяющих климатическим, рельефным, водным, подводным, воздушным, наземным, подземным и другим условиям работы исполнителей функций (температурным, стихийным, радиационным, др.).</p> <p>2. Разработка средств минимизации затрат живого труда (путем использования средств автоматизации и механизации трудоемких, сложных и опасных процессов и работ).</p>

Продолжение табл. 4.3

1	2
	<p>3. Разработка средств защиты исполнителей функций от опасных для здоровья природных явлений и процессов.</p> <p>4. Разработка и внедрение систем защиты окружающей среды удовлетворяющих требованиям экологического законодательства</p>
8.5. Реализация конкретных функций негативно влияет на <i>сроки и качество</i> выполнения других «связанных» функций	<p>1. Анализ и коррекция параметров сетевой модели выполнения работ.</p> <p>2. Разработка и выполнение оргтехмероприятий по организации труда и производства, повышению уровня технологической, производственной и трудовой дисциплины</p>
9. Другие возможные причины	
III. Структура (S_{тр})	
1. Организационная структура управления (ОСУ):	
1.1. ОСУ не соответствует производственной структуре, в том числе по: масштабности производства; видам и сложности продукции; уровню необходимой самостоятельности производственно-хозяйственной деятельности; разнообразию рынков сбыта; др.	<p>Анализ произошедших и происходящих изменений в факторах, влияющих на оценку и выбор оргструктуры: изменение масштабности деятельности организации, изменение видов деятельности, модернизация и диверсификация продукции, географическое расположение рынков сбыта, изменения в производственных процессах, средствах труда и управления.</p> <p>Цель анализа: проектирование и/или модернизация такой ОСУ, которая (с учетом всех внутренних и внешних изменений) стимулировала бы дальнейшее развитие организации</p>

Продолжение табл. 4.3

1	2
1.2. ОСУ включает элементы (подразделения), выполняющие некоторые функции, не связанные или слабо ориентированные на достижение тактических, средне-, долгосрочных или стратегических целей	Упразднение, реорганизация или объединение управленческого подразделения с целью устранения дисфункций с необходимым перераспределением функций. Цель: устранение не релевантных и дублирующих функций, повышение ответственности и исполнительской дисциплины, повышение оперативности принятых решений с применением современных информационных технологий
1.3. В ОСУ реализуются не все требуемые функции, вытекающие из поставленных целей	Все функции, представленные в дереве функций, должны быть закреплены за соответствующим управленческим подразделением с последующей координацией деятельности управленческих подразделений
1.4. В ОСУ имеет место дублирование управленческих функций	Дублирующие функции должны быть устранены в соответствии с деревом функций с последующим уточнением (перераспределением) функций управленческих подразделений
1.5. Профессиональная подготовка управленческих кадров не соответствует: – сложности управленческих задач; – профилю деятельности;	Специалисты, которые по тем или иным причинам не соответствуют требуемому уровню квалификации, проходят переаттестацию с последующим повышением квалификации или перетрудоустройством
1.6. Уровень ответственности, приверженность системе ценностей организации и другие личностные качества менеджеров не соответствуют требованиям	Требуется выработка и реализация мероприятий по повышению уровня оргкультуры, а также (возможно) переаттестация кадров

Продолжение табл. 4.3

1	2
1.7. Штат управленческого корпуса превышает допустимые нормы (например, относительно общей численности работников организации)	Количественный и качественный состав управленческого персонала должен быть переведен в соответствие с отраслевыми нормами управляемости
1.8. Процедуры выработки управленческих решений не упорядочены, не сформулированы, не определены, излишне усложнены или трудоемки	Внедрение современных технологий управления, устраняющих излишнюю «заорганизованность» и минимизирующих бюрократические процедуры
1.9. Процедуры принятия решений (ПР) неэффективны (не открыты, не коллегиальны, др.)	Внедрение принципов коллегиального управления, а также использование современных информационных систем, обеспечивающих участие в ПР членов коллектива к информации по принимаемым решениям
1.10. Процедуры доведения принятых решений до исполнителей не эффективны (неупорядоченные, спонтанные, длительные, без обратных связей, психологически не воспринимаемые или отторгаемые, др.)	Организация системы оперативного информирования о ПР и ответственных за их исполнение с использованием компьютерных технологий
1.11. Процедуры контроля за исполнением не структурированы, не открыты, не соблюдаются, трудоемки, психологически не приемлемы, др.)	Автоматизация процедур оперативного контроля и представления результатов контроля в соответствующие управленческие подразделения для принятия решений
1.12. Сроки исполнения, а также ответственные за исполнение решений, не конкретны и/или не согласованы	Повышение ответственности исполнителей, организация минимально необходимых процедур согласования
1.13. Организация управленческой деятельности (включая вопросы «что», «кто», «где», «когда», «каким образом», «в какой форме») не эффективна	Совершенствование технологий управления

Продолжение табл. 4.3

1	2
1.14. Способы, технологии и средства сбора, обработки, хранения, приема и передачи управленческой информации не эффективны (трудоемкие, некомплексные, ненадежные, незащищенные, несовременные, низкопроизводительные, др.)	Внедрение и использование современных ИТ технологий
2. Производительная структура (П _р С):	
2.1. П _р С не соответствует виду производственной деятельности организации;	Реорганизация П _р С в соответствии с производственным процессом
2.2. П _р С не соответствует масштабыности производства	Реорганизация и/или организация новых П _р С в соответствии:
2.3. П _р С не соответствует сложности выпускаемой продукции	– с ростом масштабыности производства и сложности продукции;
2.4. П _р С не соответствует требованию прямоточности производственного процесса	– с требованиями прямоточности и с учетом трудоемкости и сложности технологических процессов;
2.5. П _р С не соответствует видам технологических процессов, обеспечивающих в своей совокупности и взаимосвязи реализацию производственного процесса	– с требованиями сокращения длительности производственного цикла
2.6. П _р С не обеспечивает возможность внесения изменений в производственный процесс с целью уменьшения длительности производственного цикла	

Продолжение табл. 4.3

1	2
<p>2.7. Не обеспечен необходимый уровень взаимодействия П_рС и ОСУ, что приводит к запутанности прохождения потоков информации от П_рС к ОСУ и наоборот.</p> <p>Низкий уровень взаимодействия может выражаться в том, что, например, линейный руководитель не знает (не по своей вине), в какие управленческие подразделения, когда и какую информацию необходимо представлять и, наоборот, из каких управленческих подразделений и какую информацию (приказ, рекомендательную или справочную информацию, документ для согласования, др.) он должен (или может) получать.</p> <p>Очевидно, что «разбалансированность» между П_рС и ОСУ негативно влияет на конечные результаты деятельности организации; др.</p>	<p>1. Реорганизовать информационные потоки с целью исключения запросов одной и той же информации из производственного подразделения в разные управленческие структуры.</p> <p>2. Уточнить технологию прохождения информации из производственных подразделений в каждое управленческое подразделение (какую? куда? когда? кому?);</p> <p>3. Уточнить виды информации, исходящей из управленческих структур в каждое производственное подразделение (справочная, нормативная, рекомендательная, распорядительная, ознакомительная информация, документы для согласования, др.)</p>
<p>3. Другие возможные причины</p>	
<p>IV. Ресурсы организации (R)</p>	
<p>1. Физический износ основных производственных фондов (ОПФ) критичен</p>	<p>Формирование фонда развития для модернизации или закупки нового оборудования</p>
<p>2. Физический износ основных непроизводственных фондов (ОНФ) критичен</p>	<p>Поиск источников и формирование финансовых и материальных ресурсов, необходимых для ремонта или строительства зданий и сооружений производственного и непроизводственного назначения</p>
<p>3. Необеспеченность рабочих мест оборудованием (в соответствии с производственным процессом) и технологическими процессами</p>	<p>Повышение уровня оснащённости рабочих мест путем приобретения новых рабочих машин (станков, оборудования), а также за счет средств автоматизации и механизации ручных и трудоемких операций и процессов</p>

Продолжение табл. 4.3

1	2
4. Недостаточность оборотных средств	Разработка и реализация мероприятий, направленных на увеличение коэффициента оборачиваемости оборотных средств за счет сокращения производственного цикла, снижения норм расхода материальных ресурсов, совершенствования материально-технического обеспечения, др.
5. Недостаточность земельных участков, необходимых для производственной деятельности	Приобретение в собственность или аренда земельных участков; организация совместных предприятий с объектами хозяйствования, обладающих (или распоряжающихся) незадействованными в производстве земельными участками
6. Устаревание производственных технологий	Поиск источников и формирование финансовых, материальных и интеллектуальных ресурсов, необходимых для разработки (или приобретения) новых производственных, информационных и управленческих технологий
7. Необеспеченность необходимыми информационными ресурсами	
8. Устаревание информационных технологий	
9. Несовременные технологии управления	
10. Высокие нормы потребления материальных ресурсов	Разработка и реализация мероприятий по снижению материалоемкости продукции (материалозамещение, снижение норм расхода материалов, др.)
11. Необеспеченность энергосберегающими технологиями	1. Повышение уровня культуры и организации производства, внедрения энергосберегающих машин и технологий. 2. Внедрение средств автоматического контроля и регулирования норм расхода энергоресурсов
12. Неудовлетворительный контроль за расходованием материальных и энергетических ресурсов	

Продолжение табл. 4.3

1	2
13. Низкая производительность труда	1. Повышение уровня трудовой и исполнительской дисциплины. 2. См. п. IV.3. 3. Повышение квалификаций работников
14. Недостаточность собственных финансовых ресурсов	1. См. п. IV.4. 2. Привлечение кредитных и инвестиционных ресурсов
15. Затруднительный доступ к кредитным и инвестиционным ресурсам	Разработка и реализация мероприятий по улучшению кредитной репутации и инвестиционного климата
16. Необеспеченность трудовыми ресурсами (по количественному и качественному составу)	Укрепление взаимосвязей с рынком труда; повышение квалификации работников, улучшение условий и режима труда; укрепление трудовой дисциплины; внедрение высокопроизводительного многооперационного оборудования
17. Другие возможные причины	
V. Входы (I)	
1. Затруднительный доступ к источникам материальных и энергетических ресурсов	Диверсификация источников ресурсов; поиск «баланса интересов» с поставщиками ресурсов; внедрение ресурсосберегающих технологий
2. Дефицит необходимых трудовых ресурсов на рынке труда	Повышение уровня квалификации работников (обучение, переобучение, освоение смежных специальностей и профессий); улучшение взаимосвязей с рынком труда; диверсификация рынков труда
3. Необеспеченность производственного процесса материальными и энергетическими ресурсами (по объемам, качеству, срокам, номенклатуре)	Повышение ответственности служб материально-технического обеспечения

Продолжение табл. 4.3

1	2
4. Логистические проблемы	Поиск и освоение новых логистических решений; повышение уровня организации транспортных перевозок; поиск источников уменьшения трудоемкости и стоимости логистических операций
5. Растущая стоимость трудовых ресурсов	Если это объективная реальность, то, чтобы не допустить роста себестоимости, необходимо найти другие пути (источники, статьи) снижения себестоимости для компенсации роста стоимости трудовых ресурсов
6. Растущая стоимость материальных и энергетических ресурсов	Снижение норм расхода ресурсов на единицу продукции за счет внедрения ресурсосберегающих технологий
7. Дефицит времени, необходимого для приобретения и управления ресурсами, др.	Поиск и устранение источников потерь («поглотителей») времени; внедрение и использование современных технологий управления временем; повышение уровня организации труда исполнителей
8. Другие возможные причины	
VI. В ы х о д ы (О)	
1. Емкость традиционных рынков сбыта ограничена	Диверсификация рынков сбыта; снижение цены продаж (за счет снижения себестоимости); использование современных технологий продаж и повышение культуры обслуживания; повышение ответственности маркетинговой службы
2. Доступ на новые рынки сбыта ограничен или затруднен	

Продолжение табл. 4.3

1	2
3. Рост количества рекламаций	Анализ причин претензий (по поводу ненадежности, необеспечения заявленных функций, наличия скрытых дефектов, невыполнения заявленных услуг по гарантийному и гарантийному ремонту, др.); устранение причин претензий; компенсация нанесенного потребителю ущерба
4. Товаропроводящие сети не эффективны (неразвитость или избыточность дистрибьюторской сети, неудовлетворительный контроль за ростом розничных цен в этих сетях, др.)	Выбор и реализация стратегии прямой интеграции (преодоление проблем с «посредниками»)
5. Уменьшающаяся покупательная способность потребителей	Допустимое снижение цены продаж на традиционном рынке; поиск новых сегментов рынка (новых категорий покупателей)
6. Сеть гарантийного и послегарантийного обслуживания не удовлетворяет потребностям и запросам потребителей	Обеспечение роста (разветвленности) и развития (увеличение количества и качества услуг) сети гарантийного и послегарантийного обслуживания
7. Результаты маркетинговой деятельности не удовлетворительны; др.	Реорганизация маркетинговой службы; повышение квалификации маркетологов; внедрение современных маркетинговых стратегий
8. Другие возможные причины	
VII. Среда функционирования организации (Е)	
1. Налоговое законодательство не стабильно	1. Обеспечение оперативности реагирования со стороны юридической службы предприятия на изменения в законодательных нормах.
2. Нестабильность, неоднозначность норм хозяйственного, таможенного, трудового и экологического законодательств	2. Информирование и подготовка предложений в органы законодательной власти по выявленным недостаткам

Продолжение табл. 4.3

1	2
3. Недостаточная прогнозируемость конкурентной среды	Реализация мероприятий по обеспечению качества и оперативности работы маркетинговой службы
4. Рост числа и критичности последствий форс-мажорных событий в естественно-природной среде	1. Обеспечение оперативности реагирования со стороны топ-менеджеров на форс-мажорные события и заблаговременное формирование ресурсов для компенсации наступивших угроз; 2. Использование прогнозной информации
5. Нестабильность политических, социальных и экономических процессов в странах-импортерах	Обеспечение гибкости стратегии развития предприятия с целью адаптации к быстроизменяющимся условиям внешней среды
6. Рост кризисных явлений и процессов в мировой и/или региональных экономиках	
7. Усиление конкурентной борьбы на конкретном сегменте рынка; др.	Обеспечение роста конкурентных преимуществ по ценам, качеству и диверсификации продуктов; поиск новых рынков сбыта
8. Другие возможные причины	
VIII. Тенденции развития организации (Н)	
1. Информация о прошлых этапах развития организации отсутствует либо фрагментарна:	Восстановление, дополнение и систематизация информации об основных этапах развития предприятия: когда и в каких условиях организованно; виды, тактико-технические характеристики и объемы выпускавшейся продукции; информация о рынках сбыта и условиях работы на них, др.
1.1. Информация о первоначальных целях учреждения организации, этапах и условиях (внешних и внутренних) ее создания	
1.2. Информация о начальных и последующих видах деятельности, а также о видах, номенклатуре и качестве выпускаемой продукции, заказчиках, рынках и условиях сбыта	

Продолжение табл. 4.3

1	2
1.3. Информация о сменяемости продукции и причинах сменяемости продукции	Поиск, систематизация и анализ информации по пунктам 1.3–1.7
1.4. Информация об успешных и причинах неуспешных проектов	
1.5. Информация об источниках и объемах требовавшихся ресурсов (трудовых, материальных, финансовых, др.)	
1.6. Информация о вкладе работников в достижение значимых результатов в деятельности организации	
1.7. Информация о применяемых технологиях и средствах труда	
2. Информация о деятельности организации в настоящее время:	Сбор и анализ информации о развитии предприятия (успехи, неудачи и их причины) за время выполнения текущей стратегии, по пп. 2.1–2.3
2.1. Информация о видах выпускаемой продукции, рынках сбыта, заказчиках, внешних условиях, источниках и объемах потребляемых ресурсов, социальных и экономических успехах, о существующих проблемах и причинах неудач	
2.2. Информация об используемых материалах, технологиях и средствах труда	
2.3. Информация о количественном и качественном составе трудовых ресурсов, др.	
3. Информация о намерениях, целях и стратегиях развития организации в будущие периоды времени:	Разработка стратегии развития организации на будущие периоды времени
3.1. Прогнозные оценки возможных изменений конъюнктуры рынка:	
3.2. Прогнозные оценки покупательной способности денег, потребительских предпочтений и возможностей	

1	2
3.3. Прогнозная информация о возможности приобретения ресурсов на внешних рынках; др.	
4. Другие возможные причины	

Комментарии:

1. Приведенные в графе 1 возможные причины возникновения проблемных ситуаций в каждом конкретном случае уточняются и дополняются.

2. Приведенные в графе 2 возможные пути устранения причин возникновения не претендуют на полноту и сформулированы в общем виде. В каждом конкретном случае при анализе конкретных проблемных ситуаций в конкретной организации эти пути уточняются и конкретизируются.

3. Важно отметить, что поиск причин не должен ограничиваться только анализом параметров «восьмерки», а с необходимостью должен дополняться анализом *взаимосвязей* причин проблемных ситуаций, выявленных в параметрах «восьмерки».

4.4. Типология проблем

Разработка классификации проблем по различным признакам (основаниям) является неотъемлемой частью познания сущности, отличительных свойств и характеристик проблем, что позволит в дальнейшем облегчить решение задач формирования и применения адекватных методов обращения с проблемами.

В ниже представленной классификации¹ осуществлена попытка обобщить научные и практические результаты в области типологии проблем, полученные отечественными и зарубежными исследователями, а также автором данной работы.

1. По месту возникновения проблем:

1.1. Между системой и макросредой (природной средой, международными и региональными организациями, др.);

¹ Римскими цифрами нумеруются основания классификации, а арабскими – значения признаков (т.е. типы проблем).

I.2. Между системой и средой непосредственного окружения (фирмами-поставщиками ресурсов, налоговым и трудовым законодательствами, фирмами-конкурентами, между целями надсистемы и целями организации, др.);

I.3. Между системами аналогичного уровня (например, между предприятием и предприятиями-смежниками);

I.4. Между функциональными подсистемами объекта исследования (например, между заготовительным и механо-сборочным производствами);

I.5. Между элементами подсистем (например, между специалистами, ответственными за разработку и за реализацию стратегии развития предприятия).

II. По последствиям наступления проблемы как угрозы:

II.1. Катастрофические (например, банкротство предприятия);

II.2. Тяжелые (например, потеря системообразующих активов);

II.3. Критические (например, наличие устойчивой тенденции снижения прибыли);

II.4. Преодолимые (за счет части собственных, финансовых, материальных и других ресурсов).

III. По вероятности наступления проблемы как угрозы:

III.1. С высокой вероятностью P : $P > 0,7$;

III.2. Со средней вероятностью: $0,69 > P > 0,4$;

III.3. С низкой вероятностью: $P < 0,39$.

IV. По сложности преодоления:

IV.1. Методы преодоления проблем неизвестны;

IV.2. Методы преодоления сложны при их реализации;

IV.3. Сложность разрешения проблемы не вызывает затруднений.

V. По трудоемкости преодоления:

V.1. Высоко затратные (требуется привлечение внешних ресурсов);

V.2. Затраты, покрываемые из собственных активов;

V.3. Затраты в рамках текущих доходов.

VI. По интенсивности развития:

VI.1. Мгновенные;

VI.2. Быстрые;

VI.3. Медленные, но наблюдаемые;

VI.4. Медленные, но скрытые.

VII. По оригинальности:

VII.1. Уникальные;

- VII.2. Новые;
- VII.3. Имеющие аналоги;
- VII.4. Рутинные (повторяющиеся).

VIII. По уровню связности:

- VIII.1. Комплексные (решаемые совместно с решением других проблем);
- VIII.2. Цепные (решаемые через решение других проблем);
- VIII.3. Автономные (не связанные с другими и не порождающие других проблем).

IX. По прогнозируемости возникновения:

- IX.1. Слабо прогнозируемые (например, землетрясения, финансовые или экономические кризисы, др.);
- IX.2. Прогнозируемые (например, глобальное потепление, спад объемов продаж на традиционном рынке, др.).

X. По источникам возникновения:

- X.1. Несогласованность действий при решении проблемы с другими внешними субъектами, имеющими отношение к проблеме;
- X.2. По незнанию (дефицит качественной информации, т.е. достоверной, полной, актуальной, количественно измеримой, др.);
- X.3. По неумению (невладение методами принятия решений при наличии релевантной информации);
- X.4. Прямое противодействие одних участников интересам других участников в процессе решения общей проблемы.

XI. По степени формализации:

- XI.1. Не структурированные (качественно выраженные проблемы, содержащие лишь описание важнейших признаков и характеристик);
- XI.2. Слабо структурированные (для решения таких проблем предназначен системный анализ; к ним относятся наиболее важные экономические, технические, политические и военно-стратегические задачи);
- XI.3. Хорошо структурированные (количественно сформулированные проблемы, в которых существенные зависимости выявлены и могут быть выражены в числах и символах).

XII. По масштабности:

- XII.1. Глобальные (например, международные);
- XII.2. Региональные;
- XII.3. Национальные;
- XII.4. Отраслевые;

XII.5. Локальные (на уровне субъекта хозяйствования).

XIII. По целям решения проблем:

XIII.1. Для обеспечения развития - решение проблемы направлено на повышение эффективности функционирования за счет изменения характеристик объекта управления или системы управления объектом;

XIII.2. Для обеспечения стабилизации – решение проблемы направлено на предотвращение, устранение или компенсацию возмущений, нарушающих текущую деятельность системы;

XIII.3. Для улучшения деятельности системы;

XIII.4. Для нахождения принципиально нового решения известной проблемы;

XIII.5. Для нахождения нового решения неизвестной ранее (уникальной) проблемы.

XIV. По применяемым методам решения проблем:

XIV.1. Методы обращения с проблемами (методы игнорирования, устранения, недопущения возникновения, упреждения проблем, др.);

XIV.2. Эвристические методы (мозговой штурм, Делфи, метод сценариев, др.);

XIV.3. Алгоритмические методы (методы теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), комбинаторно-морфологические методы, др.);

XV. По типу формулирования проблем [50]:

XV.1. Назывные – в формулировке проблемы указывается только ее название («имя»), констатируется факт существования проблемы без указания каких-либо причинно-следственных связей или противоречий;

XV.2. Причинно-следственные – формулировки проблемы, в которых указывается, что проблема является следствием или причиной существования другой проблемы;

XV.3. Антитезные формулировки, включающие два явления, одновременное существование которых невозможно, бессмысленно или противоречиво (например, проблему необходимого роста объемов продаж предлагается решить путем организации службы маркетинга на базе отдела сбыта, не изменяя функции последнего).

XVI. По месту существования проблемы в организации [50]:

XVI.1. Встроенные в организацию проблемы – характеризуют противоречия, присущие самой организации, например, противоре-

чия между стабильностью и развитием, между количеством и качеством труда и оплатой труда, между формальными и неформальными отношениями в организации, др.;

XVI.2. Социокультурные – это проблемы, вызванные игнорированием (или незнанием) традиций, устоявшихся взглядов, приверженностью к определенной системе ценностей в организации, др.;

XVI.3. Ситуативные – это текущие, оперативные проблемы, связанные с нарушением какой-либо функции или связи в процессе функционирования организации в следствие изменений во внутренней или внешней среде.

XVII. По предмету [27]:

XVII.1. Природные;

XVII.2. Социальные;

XVII.3. Технические.

XVII.4. Познавательные;

XVIII. По типу:

XVIII.1. Научные;

XVIII.2. Практические;

XVIII.3. Художественные.

XIX. По причинам возникновения [27]:

XIX.1. Проблемы, порождаемые субъектом в процессе его созидательной деятельности (например, экологические проблемы). Такие проблемы характеризуются как побочные, нежелательные, непреднамеренные и негативные последствия деятельности;

XIX.2. Проблемы, создаваемые субъектом преднамеренно для подавления (противодействия) чего-либо (например, интересов конкурента);

XIX.3. Проблемы, создаваемые непреднамеренно для кого-либо другими субъектами (например, низкие цены продаж у конкурента);

XIX.4. Проблемы, создаваемые природой – это проблемы, неуправляемые человеком.

Выводы:

1. В проблемологии вопрос о сущности цепных проблем (см. VIII.2.) является одним из наименее разработанных и сложных.

Рассмотрим пример цепных (связанных) проблем.

Пусть PS проявляется на рынке (вне системы S) в виде рекламаций на продукцию. Причиной же (т.е. Pr) может быть низкое каче-

ство данной продукции, которая, в свою очередь, вызвано неудовлетворительным уровнем организации производства и труда (ОП и Т). Далее, такой уровень ОП и Т предопределяется неэффективным менеджментом на предприятии (включая производственный, финансовый и менеджмент качества) и т.д.

Из этого примера видно, что любая проблема Pr_i , являющаяся причиной реализации исследуемой PS_i может быть следствием (т.е. проблемной ситуацией PS_{i+1} другой проблемы Pr_{i+1} , которая в свою очередь, может быть последующей PS_{i+2} , имеющей свою причину Pr_{i+2} и т.д. (см. рис. 4.2).

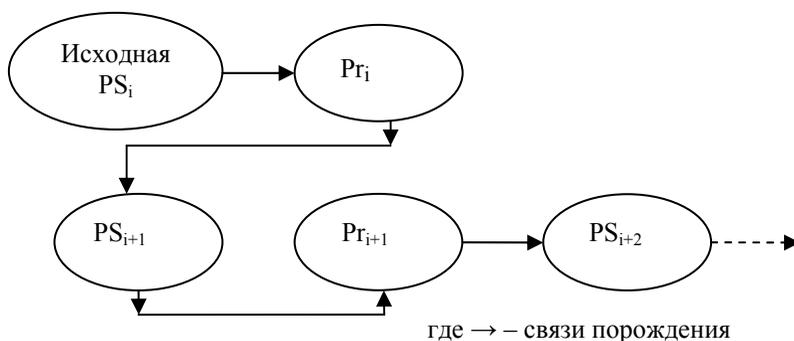


Рис. 4.2. Трансформация проблемы Pr в проблемную ситуацию PS , порождающую или выявляющую последующие проблемы

2. В рассматриваемой типологии проблем представлены девятнадцать классификационных оснований, однако, учитывая новизну и достаточную сложность рассматриваемого вопроса, данная классификация будет дополняться и уточняться.

4.5. Методы обращения с проблемами

Целью исследования и разработки методов обращения с проблемами (МОП) является *генерирование, оценка и анализ средств реагирования и воздействия* на проблемы.

Сформулируем следующие МОП¹:

¹ В данном параграфе будут рассмотрены только некоторые из восьми перечисленных групп МОП.

- I. Метод игнорирования проблем (МИП).
- II. Метод устранения проблем (МУП).
- III. Метод недопущения возникновения проблем (МНП).
- IV. Метод избегания проблем (МИП).
- V. Метод упреждения возникновения проблем (МУВП).
- VI. Метод изменения условий существования проблем (МИУСП).
- VII. Метод трансформации проблем (МТП).
- VIII. Метод дробления сложной проблемы на множество простых (МДП).

Охарактеризуем сущность некоторых из перечисленных МОП.

Метод игнорирования проблем (МИП). Основная идея данного метода заключается в том, что при возникновении проблемной ситуации (PS)¹ не предпринимается никаких попыток установления причины ее возникновения и, следовательно, проблема не исследуется и не формулируется. В этом случае ЛПР полагает, что проблема «сама собой образуется, исчезнет».

Другими словами, данный метод обращения с проблемами можно кратко охарактеризовать следующим образом: возникшая PS рассматривается как случайное, единичное и некритичное событие, не являющиеся звеном цепи обусловленных (связанных) событий и, следовательно, нет необходимости что-либо предпринимать для выяснения причин ее возникновения. В этом случае ЛПР предполагает, что рассматриваемая PS не является следствием существования ранее наступивших PS и не может стать причиной порождения новых PS ни в настоящем, ни в будущем.

Данный метод целесообразно использован тогда, когда:

- а) зафиксированная PS субъективно оценивается ЛПР как *случайное событие*, не способное к развитию и, следовательно, не являющееся ни началом, ни продолжением других негативных событий;
- б) усилия (затраты ресурсов), направленные на установление причин PS (т.е. на формулирование проблемы Pr), значительные и

¹ Здесь рассматриваются только *наступившие* и только *отрицательные* (с точки зрения целей) проблемные ситуации. Однако понятно, что могут наступить и неожиданные, непрогнозируемые (с точки зрения ЛПР), но положительные (полезные) проблемные ситуации. Анализ таких положительных PS будет проведен в последующих работах.

признаются ЛПР неоправданными по сравнению с «неудобствами», порожденными PS.

Примеры.

А) Если при движении на шоссе неожиданно для водителя автомобиль кратковременно теряет-набирает скорость, то водитель может, применив МИП, продолжить движение, полагая, например, что механические частицы в топливной системе прогорят и автомобиль восстановит способность двигаться с постоянной нужной скоростью. Однако условия, при которых возникла PS, водителю необходимо зафиксировать: время года, дату, время суток, место последней заправки и т.д.;

В) При разовом невыполнении сменного задания на участке механической обработки нет очевидной необходимости обновлять парк станочного оборудования, технологии или реорганизовывать рабочие места. Однако условия, при которых возникла проблемная ситуация (например: невыполнение сменного задания, перебои в работе оборудования и т.д.), мастер должен зафиксировать (для того, чтобы в случае возникновения подобных PS в будущем установить их причину).

В рамках рассматриваемого МИП при наступлении PS ЛПР может использовать одну из следующих тактик:

1) *продолжить* эксплуатацию (потребление, использование) объекта исследования (ОИ), не формулируя проблему Pr (см. выше-приведенный примеры А и В);

2) *приостановить* эксплуатацию (или проектирование) ОИ на некоторое время и/или в некотором пространстве. Время приостановки используются для прояснения (анализа) PS;

3) принципиально *прекратить вид деятельности* (или то концептуальное направление создания социально-экономической или технической системы), в процессе которой возникла PS;

4) прекратить не вид деятельности, а *изменить некоторые управляемые параметры* этой деятельности (например, перейти на выпуск модернизированного продукта или перейти на новый сегмент рынка с существующим продуктом и т.д.). В общем случае ЛПР может использовать одну из базисных стратегий роста¹;

5) *изменить условия*, в которых возникла PS (см. формулу (3.7)).

¹ Напомним, что в стратегическом менеджменте базисные стратегии роста классически делится на четыре группы: стратегии интегрированного, концентрированного, диверсифицированного роста и стратегия сокращения.

Метод устранения проблемы (МУП). Сущность данного метода заключается в том, что при возникновении *конкретной* PS ЛПП должен установить причину ее возникновения и, таким образом, сформулировать проблему Pr. В дальнейшем ЛПП должен принять и реализовать решения, направленные на преодоления рассматриваемой конкретной проблемы. Применение данного метода предполагает следующие действия:

а) при наступлении конкретной PS должна быть определена конкретная причина ее возникновения. При этом, оценка PS (место, время, внутренние и внешние условия, нанесенный ущерб) выполняется без учета ее динамических характеристик (например, связности с другими прошлыми и, возможно, последующими PS в исследуемом объекте, частотой возникновения, др.);

б) для сформулированной проблемы ЛПП выбирает один из семи перечисленных ниже способов ее устранения¹:

– нейтрализация;

– подавление;

– искоренение;

– локализация;

– изоляция;

– диссипация (т.е. «рассечения» проблемы путем декомпозиции ее на части);

– создание контр-проблемы (т.е. целенаправленное создание в исследуемом объекте *другой* проблемы, такой, которая исчезает сама, устраняя рассматриваемую, и, при этом, не порождает новых проблем (т.е. используется принцип «клин клином вышибают»²);

в) оценка, выбор и реализация адекватного и предпочтительного способа преодоления конкретной сформулированной проблемы;

г) корректировка выбранного способа преодоления проблемы по результатам ее устранения.

¹ Анализ сущности, эффективности, условий применения перечисленных способов и соответствующих средств преодоления проблем заслуживает отдельного рассмотрения.

² Этот способ достаточно хорошо известен в медицине под названием «метод внешнеболевого воздействия», разработанный В. Копыловым и апробированный в клинике при Первом Ленинградском медицинском институте.

Приведем примеры использования МУП.

Пример. Из медицинской практики. Симптомы недомогания (головная боль, слабость, отклонение от нормы температуры, давления, др.) для врача есть проблемная ситуация, причины которой ему пока не известны. Однако, проведя необходимые дополнительные диагностические исследования, врач поставит диагноз PS т.е. установит причину недомогания, например ОРЗ. Далее, назначается курс медикаментозного и/или физиотерапевтического лечения, т.е. врач выбирает такой способ преодоления проблемы, как «подавление». И, наконец, после прохождения больным курса лечения, врач оценивает результаты лечения. Исходя из этой оценки, лечение может быть закончено, продолжено или скорректировано. В итоге организм пациента должен прийти в исходное нормальное состояние. Если же диагностика подтвердила наличие проблемы, которая не может (или уже не может) быть преодолена терапевтическим путем, а только с помощью хирургического вмешательства, то врач выбирает такой способ преодоления проблемы как «искоренение». Заметим, что при той же симптоматике, но других результатах диагностирования, может быть использован такой способ устранения проблемы как прививки (т.е. способ «клин клином вышибают»).

Метод недопущения возникновения проблемы (МНВП). Основная идея данного метода заключается в том, что после формулирования проблемы ищется не средство ее преодоления, а сам исследуемый объект перестраивается (реструктуризуется) таким образом, чтобы аналогичные проблемы ни при каких условиях не могли возникнуть в этом объекте.

Метод упреждения возникновения проблемы (МУВТ). Приведем «сквозной» пример, иллюстрирующий особенности некоторых из рассмотренных МОП. При движении на автотрассе у водителя возникла проблемная ситуация PS, связанная с ухудшением управляемости автомобиля. Анализ ситуации показал, что причиной данной PS является яма на проезжей части.

Если водитель выбрал МОП типа «игнорирование» (МИП), то он продолжит движение, полагая, что проблема с системой управления автомобиля незначительная, не критичная и сама собой разрешится.

Если же водитель при обнаружении ямы сообщает об этом дорожным службам, которые, реагируя на ситуацию, выбирают МОП типа «устранение» (МУП) и производят «ямочный» ремонт.

Если частота образования ям на трассе высока и опасность их значительна, то дорожные службы могут выбрать МОП типа «недопущение» (МНП) с последующим капитальным ремонтом дороги.

Если же нарушения целостности полотна данной магистрали становятся критичными (например, из-за возрастающей интенсивности транспортного потока), то соответствующие транспортные организации могут использовать МОП типа «упреждение возникновения проблем» (МУВТ) спроектировав и обустроив кольцевые и объездные дороги или могут перейти на реализацию других способов организации пассажиро- и грузопотоков (воздушный, водный, подземный транспорт и др.).

Эвристические методы активизации решения проблем

1. «Мозговой штурм» (брейнсторминг). Данный метод предложен А. Осборном (США) и предназначен для продуцирования (порождения) идей и решений при работе в группе.

Основные правила проведения «мозгового штурма»:

А) Организация группы, состоящей из 7–10 человек, желательно различной профессиональной направленности (для уменьшения стереотипности подходов). В группе имеется лишь несколько специалистов по рассматриваемой проблеме.

Б) «Запрет критики» – чужую идею нельзя прерывать, критиковать, можно лишь одобрить или предложить свою.

В) Участники должны быть в состоянии релаксации, т.е. состоянии психологической и мышечной расслабленности, комфорта. Для удобства общения участники располагаются по кругу.

Г) Все высказываемые идеи фиксируются (на диктофоне, в стенографических и видеозаписях, др.).

Д) Идеи, собранные в результате «мозгового штурма», передаются группе экспертов – специалистов, занимающихся данной проблемой, для отбора наиболее ценных идей (как правило, таких идей оказывается примерно 10 %). Участников в состав «жюри экспертов» не включают.

Метод «мозговой штурм» положен в основу так называемой синектики, предложенный американским ученым У. Гордоном.

2. Синектика. При «синектическом штурме» предусмотрено обязательное выполнение четырех специальных приемов, основанных на:

А) Прямой аналогии («Подумайте, как решаются задачи, похожие на данную»).

Б) Личной аналогии или эмпатии («Попробуйте войти в образ данного в задаче объекта и рассуждать с точки зрения этого объекта»).

В) Символической аналогии («Дайте в двух словах образное определение сути задачи»).

Г) Фантастической («Представьте, как бы эту задачу решили сказочные волшебники»).

3. Метод фокальных объектов. Данный метод состоит в том, что признаки нескольких случайно выбранных объектов переносят на рассматриваемый (фокальный, находящийся в фокусе внимания) объект, в результате чего получаются необычные сочетания, позволяющие преодолеть психологическую инерцию и косность мышления.

4. Метод морфологического анализа. Данный метод заключается в том, что вначале выделяются главные характеристики *объекта-оси*, затем по каждой из них записываются всевозможные *варианты-элементы*.

5. Метод контрольных вопросов. Данный метод способствует интенсификации поиска способа решения задачи, предусматривает применение списка наводящих вопросов, например: «А если сделать наоборот? А если изменить форму объекта? А если взять другой материал? А если уменьшить или увеличить объект?».

6. Метод иерархического упорядочения целей (дерево-целей). Дерево-целей представляет собой связный граф, вершины которого, интерпретируются как цели, а ребра или дуги – как связи между ними. Это основной инструмент увязки целей верхнего уровня с конкретными средствами их достижения на нижнем уровне.

Представление целей начинается с верхнего уровня с последующим их разукрупнением по уровням. Причем, основным правилом разукрупнения целей является полнота: каждая цель верхнего уровня должна быть представлена в виде подцелей следующего уровня исчерпывающим образом, т.е. так, чтобы объединение подцелей полностью определяло исходную цель (см. рис. 4.3).

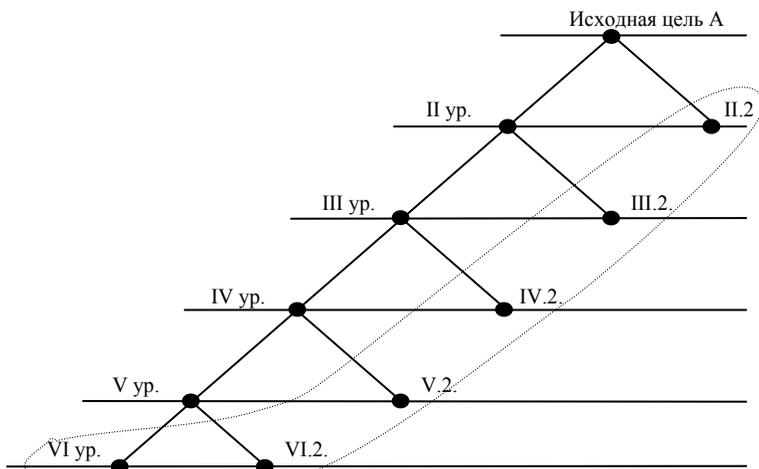


Рис. 4.3. Граф-дерево целей

На рисунке видно, что подцели разных уровней II.2., III.2., IV.2., V.2., VI.1 и VI.2. (как висячие вершины граф-дерева целей) полностью определяют исходную цель А.

7. Использование принципов теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Перечислим некоторые принципы ТРИЗ, полезные для активизации процесса решения проблем:

- принцип изменения состояния объекта;
- принцип предварительного действия;
- принцип дробления;
- принцип замены среды;
- принцип вынесения;
- принцип динамизации;
- принцип «наоборот»;
- принцип частичного или избыточного действия;
- принцип «посредника»;
- принцип «обратить вред в пользу»;
- принцип «заранее подложенной подушки»;
- принцип «матрешки»;
- принцип объединения;
- принцип предварительного антидействия.

Выводы

1. Разработка методов обращения с проблемами (МОП), а также средств их реализации, является теоритически и практически важным этапом процесса анализа возникающих проблем, методов и средств их решения.

2. Именно наличие МОП и средств их реализации, а также умение их адаптировать для решения конкретных проблем, демонстрирует завершенность целей проблемологии.

Темы рефератов, статей

1. Анализ определений «проблемная ситуация» (PS).
2. Анализ определений «проблема» (Pr).
3. Анализ чистых и смешанных PS.
4. Анализ классификаций Pr.
5. Анализ причин возникновения PS.
6. Классификация проблем по различным основаниям.
7. Сущность метода игнорирования проблем (МИП).
8. Сущность метода устранения проблем (МУП).
9. Специфические характеристики метода упреждения возникновения проблем (МУВП).
10. Анализ способов устранения проблем.
11. Проблемология: цели, задачи, результаты.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. В чем различие между задачей и проблемой?
2. Что общего в «постановке задач» и в «формулировании проблемы»?
3. Как соотносятся понятия Pr и PS?
4. Всегда ли устранение Pr с необходимостью приводит к устранению PS?
5. С какой целью проблемы классифицируются по многим основаниям?
6. Сравните МУП и МУВТ: в каких ситуациях МУП эффективнее МУВТ?
7. Какие результаты, полученные в проблемологии, вы считаете наиболее значимыми для решения задач практического менеджмента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективность производственно-экономической деятельности в современном обществе характеризуется ускорением темпов развития за счет разработки и внедрения новых средств труда, технологий производства, управления, коммуникаций и других инновационных достижений.

С другой стороны, эта деятельность усложняется, прежде всего, из-за роста неопределенности, слабо предсказуемых изменений, рыночных рисков, угроз, возможностей.

Все это приводит к существенному усложнению проектной и управленческой деятельности на всех уровнях, включая предприятия, народно-хозяйственные комплексы и мировую экономику в целом.

Учитывая сказанное, в данной работе предлагаются некоторые подходы, в той или иной степени способствующие разрешению проблемы сложности принятия и реализации решений, адекватных сложности современного мироустройства.

Эти подходы сводятся к следующему:

– разработка методологии, принципов и процедур системного мышления как средства решения сложных проблем, возникающих как в процессе создания (проектирования), так и в процессе управления сложными объектами различной природы;

– исследование сущности и разнообразия проблем, природы их возникновения и, главное, методов и способов управления проблемами.

В целом, рассматриваемые подходы к преодолению всевозрастающей сложности осуществления целенаправленной деятельности адресуются заинтересованным, творчески мыслящим студентам, молодым специалистам и ученым, а также руководителям государственных и негосударственных бизнес-структур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев, В.Г. Системность и общество / В.Г. Афанасьев. – М.: Политиздат, 1980.
2. Аверьянов, А.Н. Системное познание мира: методологические проблемы / А.Н. Аверьянов. – М.: Политиздат, 1985.
3. Петрушенко, Л.А. Единство системности, организованности и самодвижения» (о влиянии философии на формирование понятий теории систем) / Л.А. Петрушенко. – М.: Мысль, 1975.
4. Дружинин, В.В. Проблемы системологии» (проблемы теории сложных систем) / В.В. Дружинин, Д.С. Конторов; под ред. акад. В.М. Глушкова. – М.: Радио, 1976.
5. Черняк, Ю.И. Системный анализ в управлении экономикой / Ю.И. Черняк. – М.: Экономика, 1975.
6. Лесечко, М.Д. Основи системного підходу: теорія, методологія, практика: навч. посіб. / М.Д. Лесечко. – Львів: ЛРІДУ У АДУ, 2002.
7. Уёмов, А.И. Системный подход и общая теория систем / А.И. Уёмов. – М.: Мысль, 1978.
8. Уёмов, А.И. Основы практической логики: с задачами и упражнениями / А.И. Уёмов. – Одесса, 1997.
9. Сурмин, Ю.П. Методология и методы социологических исследований: учеб. пособ. / Ю.П. Сурмин, Н.В. Туленков. – Киев: МАУП, 2000.
10. Бир, А.С. Мозг фирмы / А.С. Бир. – М.: Радио и связь, 1993.
11. Боулдинг, К.Л. Общая теория систем = Management Science 2 / К.Л. Боулдинг. – 1956.
12. Кондаков, И.И. Логический словарь-справочник / И.И. Кондаков. – М.: Наука, 1975.
13. Словарь иностранных слов. – 16-е изд., испр. – М.: Русский язык, 1988.
14. Ансофф, И. Стратегический менеджмент. Классическое издание / И. Ансофф. – М.: СПб.: Нижний Новгород: Воронеж: Ростов-на/Д.: Екатеринбург: Самара: Новосибирск: Киев: Харьков: Минск: Питер Пресс, 2009.
15. Беляев, А.А. Системология организации: учебник / А.А. Беляев, Э.М. Коротков. – М.: ИНФРА-М, 2000.

16. Клир, Д. Системология: автоматизация решения системных задач / Д. Клир. – М.: Радио и связь, 1990.
17. Акофф, Р.Л. Акофф о менеджменте / Р.Л. Акофф. – СПб.: М.: Харьков: Минск: Питер, 2002.
18. Капра, Ф. Скрытые связи / Ф. Капра. – М.: София, 2004.
19. Гараедаги, Д. Системное мышление. Как управлять хаосом и сложными процессами / Д. Гараедаги. – Минск: Гревцов Букс, 2010.
20. Месарович, Н. Теория Иерархических многоуровневых систем / Н. Месарович, Д. Махо, И. Такаха. – М.: 1975.
21. Бусленко, Н.П. Сложные системы / Н.П. Бусленко // БСЭ. – 5-е изд. – Т. 3.
22. Спицнадель, В.Н. Основы системного анализа: учебное пособие / В.Н. Спицнадель. – СПб.: Бизнес-пресса, 2000.
23. Философский энциклопедический словарь / редкол.: С.С. Аверинцев [и др.]. – 2-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1989.
24. Юдин, Э.Г. Методология науки. Системность. Деятельность / Э.Г. Юдин. – М.: Эдиториал УРСС, 1997.
25. Садовский, В.Н. Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ / В.Н. Садовский. – М.: Наука, 1974.
26. Сендж, П. (Senge Peter). Пятая дисциплина. Искусство и практика самообучающихся организаций / П. Сендж. – Харьков, 2006.
27. Никифоров, Е.Н. Проблемная ситуация и проблема: генезис, структура, функция / Е.Н. Никифоров. – Рига, 2000.
28. Сурмин, Ю.П. Теория систем и системный анализ: учебное пособие / Ю.П. Сурмин. – Киев: МАУП, 2003.
29. Словарь русского языка: в 4 т. – М., 1959. – Т. 3.
30. Жариков, Е.С. Гносеологический смысл постановки проблем / Е.С. Жариков // Вопр. философии. – 1964. – № 11. – С. 36–42.
31. Жариков, Е.С. Научная проблема / Е.С. Жариков // Логика научного исследования. – М., 1965. – С. 134–156.
32. Жариков, Е.С. Научный поиск / Е.С. Жариков. – Киев, 1967.
33. Weck, H. Selbststandiges Problemerkennen und Problemlösen / H. Weck. – Berlin, 1976.
34. Коршунов, А.М. Теория отражения и творчество / А.М. Коршунов. – М.: 1971.
35. Берков, В.Ф. Понятие о вопросе / В.Ф. Берков // Логика. – Минск, 1974. – С. 88–93.

36. Хилькевич, А.П. Гносеологическая природа гипотезы / А.П. Хилькевич. – Минск, 1974.
37. Ожегов, С.И. Словарь русского языка / С.И. Ожегов. – М., 1978.
38. Готт, В.С. Общенаучные понятия и их роль в познании / В.С. Готт, А.Д. Урсул. – М., 1975.
39. Гасяк, О.С. О критериях разграничения типов проблем науки / О.С. Гасяк // Философские проблемы современного естествознания. – Киев, 1977. – С. 115–123.
40. Спиркин, А.Г. О творческой силе человеческого разума / А.Г. Спиркин // Наука и творчество / Г. Гиргинов. – М., 1977. – С. 333–352.
41. Берков, В.Ф. Научная проблема (Логика – методологический аспект) / В.Ф. Берков. – Минск, 1979.
42. Шумилин, А.Т. Творчество и диалектическая логика / А.Т. Шумилин // Методы решения конструкторско-изобретательских задач. – Рига, 1979. – С. 6–13.
43. Ануфриев, Н.П. Научная проблема в свете принципа единства практики и познания / Н.П. Ануфриев, М.Ш. Хасанов // Принципы материалистической диалектики. – Алма-Ата, 1980. – С. 80–88.
44. Камилова, С.С. Сущность и гносеологическая функция научной проблемы / С.С. Камилова // Общественные науки в Узбекистане. – Ташкент, 1981. – № 12. – С. 25–29.
45. Философский энциклопедический словарь. – М., 1983.
46. Большой энциклопедический словарь. Философия. Социология. Религия. Эзотермизм. Политэкономия. – Минск, 2002.
47. Акофф, Р. Искусство решения проблем / Р. Акофф. – М.: Мир, 1982.
48. Анохин, П.К. Философские аспекты теории функциональной системы / П.К. Анохин. – М.: Наука, 1978.
49. Клир, Д. Системология. Автоматизация решения системных задач / Д. Клир. – М.: Радио и связь, 1990.
50. Пригожин, И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Прогресс, 1986.

Учебное издание

ДЕХТЯРЕНКО Василий Александрович

**СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ
В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ**

Учебно-методическое пособие
для студентов дневной и заочной форм обучения
специальностей 1-26 02 02 «Менеджмент» (по направлениям),
1-25 01 08 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит»

Технический редактор *Д. А. Исаев*

Подписано в печать 01.03.2013. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 10,35. Уч.-изд. л. 8,09. Тираж 70. Заказ 97.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.