А. П. Хускивадзе

СИНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ

МОНОГРАФИЯ

3-е издание,
уточненное и дополненное

Москва
Знание-М
2024

УДК 004:51.7:519.25:519.254:519.257:519.816:530.192(035.3)
ББК 32.972
Х98

Рецензенты:

О. Н. Медведева — доктор технических наук, профессор кафедры «Теплогазоснабжение и нефтегазовое дело» СГТУ имени Гагарина Ю. А.;

Г. Э. Ирицян — доктор философских наук, профессор кафедры «Информатика, математика и общегуманитарные науки» Новороссийского филиала ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

Хускивадзе, Амиран Пименович.
Х98 Синергетическая теория целостности : монография / А. П. Хускивадзе. — 3-е изд-е, уточн. и доп. — Москва : Знание-М, 2024. — 288 с.
ISBN 978-5-00187-813-1
DOI: 10.38006/00187-451-5.2023.1.288

Изучается класс систем, состояния которых описываются распределением вероятностей Стьюдента. Это широчайший класс систем. В него входят **все естественные** и ряд других систем.

В книге приведены три пары **эквивалентных** методов:

– определения общих естественных глобальных оптимумов обследованных показателей состояния систем,

– оценки качества функционирования систем **отдельными** обследованными показателями их состояний,

– оценки качества функционирования систем **всеми совокупностями** обследованных показателей их состояний.

Вторая тройка методов отличается простотой и наглядностью. Она и составляет основу изложенного в книге математического аппарата принятия обоснованных решений в системах. Реализацией всей совокупности решений, выработанной по результатам обследования системы с помощью настоящего математического аппарата, эта система непременно перейдет в данный момент времени ее самом лучшем возможном состоянии.

Применением вышеуказанного математического аппарата созданы две универсальные компьютерные программы на языках программирования Mathcad-15 и Python. Описано, как этими компьютерными программами обработать результаты обследования систем.

Будет полезна специалистам разных областей, которым приходится совместно обрабатывать большие массивы статистических данных.

УДК 004:51.7:519.25:519.254:519.257:519.816:530.192(035.3)
ББК 32.972

ISBN 978-5-00187-813-1

Оглавление

Посвящается памяти
основателя первой грузинской школы медицинских кибернетиков
Гайоза Шалвовича Васадзе

Мне выпала честь быть членом организованного им коллектива ученых и многие годы работать рядом с Гиви Думбадзе, Элгуджа Кубанейшвили, Геннадием Еркомайшвили, Муртазой Бабунашвили, Вахтангом Хатиашвили, Цинуки Джанелидзе, Александром Цибадзе, Леваном Патарая и многими другими незаурядными личностями.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНИЮ

Системы, изучаемые в настоящей книге, можно описать с применением распределения вероятностей Стьюдента. Это широчайший класс систем. В этот класс входят, как **все естественные системы**, так и многие другие. Мы называем их большими (сложными) целостными системами.

Примерами больших (сложных) целостных систем служат организм человека и государство.

В книге изложены два новых метода количественного определения качества функционирования вышеуказанных систем. Этими методами устанавливается **одна и та же оценка** качества функционирования каждой системы. Это является убедительным подтверждением, как **справедливости** вышеуказанных методов, так и объективности оценок качества функционирования систем, установленных этими методами.

Примечательно и то, что **качество функционирования каждой системы оценивается лишь по одной совокупности данных. Ею является совокупность данных обследования фактического**

состояния системы. При этом, во всех случаях, когда система не работает нормально, необходимо и достаточно произвести обследование только тех первичных показателей ее состояния, которые в данный момент времени не находятся в пределах своих общепринятых статистических норм. Обследование всей совокупности первичных показателей требуется только в том случае, когда изучается само нормальное состояние системы.

В книге появился новый параграф 5.3.3: «Простейший способ определения общих естественных глобальных оптимумов». Теперь для установления общесистемных естественных глобальных оптимумов достаточно знание одних групповых среднеарифметических данных обследования всей большой системы.

Существенно переработан и параграф 5.4. Теперь он именуется так: «Абсолютные ошибки эталонных естественных измерительных приборов».

В настоящем издание устранено более десяти опечаток. В частности устранены опечатки, обнаруженные в параграфе 9 главы 6 книги. По сути дела, пришлось этот параграф также существенно переработать.

В параграфе 6 приложения 1 книги приведено новое развернутое обоснование необходимости введения реализованного нормального закона.

Появилось новое — третье — приложение: «Универсальный алгоритм принятия обоснованных решений в системах». Это приложение для тех, кто не имеет возможность разобраться в настоящей работе должным образом, но хочет создать собственную компьютерную программу принятия обоснованных решений.

В заключение я выражаю свою благодарность Кулапину Алексею Леонидовичу, внимательно изучающему все новые материалы настоящего издания книги.

А. П. Хускивадзе
12.07.2024

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

В настоящей книге изложены самые важные результаты моей более чем шестидесятилетней кропотливой работы. Создана синергетическая теория целостности больших (сложных) систем, описываемых распределением вероятностей Стьюдента. Приведены подробные обоснования способов количественного определения величин Р, P_0 и γ по совокупности данных В,
где

Р — вероятность обоснованности принимаемых в системе решений;

P_0 — наибольшее возможное значение Р в системе;

γ — оценка качества функционирования системы;

В — совокупность результатов обследования состояния системы.

В книге приведено математическое обоснование равенства:

$$\gamma 1 = \gamma 2,$$

где

$\gamma 1$ — значение γ, установленное непосредственно по данным В;

$\gamma 2$ — значение γ, установленное по формуле:

$$\gamma = \frac{P}{P_0}\ ; \quad 0.5 \le P \le P_0 < 1$$

Это обоснование нам удалось сделать лишь в 2022 году в возрасте 89 лет!

Путем обработки реальных данных, собранных из различных областей медицины, подтверждена справедливость вышеприведенного равенства. Тем самым на практике подтверждена как справедливость способов количественного определения величин Р, P_0 и γ, так и справедливость самой последней формулы.

Справедливостью последней формулы, со своей стороны, еще раз подтверждается, что **величина Р действительно является**

самой важной интегральной характеристикой фактического состояния систем!

Введением этой величины проблема принятия обоснованных решений в системах сводится к одной единственной задаче. Ею является задача корректного описания самых систем!

Есть все основания сказать, что в книге изложен подлинный математический аппарат принятия обоснованных решений в системах. **Решения будут обоснованными с точки зрения рационального использования внутренних ресурсов систем и их элементов.**

Надеюсь, наступит время, когда настоящая книга станет настольной для всех, кто несет ответственность за принимаемые в системах решения.

А. П. Хускивадзе
12.03.2023

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ

В работе изложена синергетическая теория сложных целостных систем — Теория целостности. С созданием этой теории решена проблема целостности, которая еще недавно рассматривалась как сугубо философская проблема. Однако с появлением необходимости математического обоснования принимаемых решений научное сообщество постепенно стало осознавать, что проблема целостности является самой общей проблемой, стоящей перед современной наукой.

Теперь можно считать общепризнанным, что проблема целостности является общей проблемой философии, фундаментальной медицины, биологии, социологии, теоретической физики, астрономии, лингвистики и т. д.

В Приложении 1 книги изложено новое обоснование введения понятий:

- основная масса чисел асимметричного числового набора;
- реализованный нормальный закон распределения вероятностей.

По-новому доказано, что медиана является:

- генеральным среднеарифметическим не только симметричного, но и асимметричного числового набора;
- среднеарифметическим основной массы чисел асимметричного числового набора.

По вопросам применения математических методов в медицине в последние годы я постоянно обращался за советами к:

- зав. кафедрой госпитальной терапии Воронежского государственного медицинского университета, д.м.н. Эдуарду Васильевичу Минакову;
- доц. кафедры нормальной физиологии этого же университета, к.м.н. Анатолию Васильевичу Сергиенко;

– доц. кафедры ядерной физики Воронежского государственного университета, к.ф.-м.н. Михаилу Анатольевичу Долгополову.

Всем им я выражаю свою глубокую благодарность.

Также я выражаю глубокую благодарность друзьям моего покойного сына Давиду Важаевичу Джафаридзе и Зурабу Тамазовичу Джанияшвили за постоянную заботу обо мне и моей семье после ухода из жизни моего сына.

Я выражаю благодарность другу моего покойного сына и моему молодому коллеге Алексею Леонидовичу Кулапину, который внимательно изучил настоящую книгу и дал мне ряд ценных замечаний.

Я выражаю благодарность Кошелевой Елене Алексеевне за все то, что она сделала для меня и для моей семьи в последние 20 лет.

В заключение я выражаю благодарность моей супруге и неизменному первому русскому редактору моих работ Розе Ивановне Хускивадзе, вместе со мной терпеливо переносящей все трудности, с которыми я сталкивался все эти годы, работая над проблемой целостности.

А. Хускивадзе
12.11.2022

ВВЕДЕНИЕ

Было бы поистине чудом, если бы человек сумел открыть основу всех наук: физики, биологии, психологии, социологии и др. Мы стремимся к такой цели...
Альберт Эйнштейн

1 Сложные системы и синергетическое видение устройства Мира

Словосочетание «Большие — сложные — системы» особенно интенсивно стало употребляться с начала 60-х годов прошлого столетия [1–12]. Однако позже многие стали отдавать предпочтение термину «синергетика» [13–18]. Впервые термин «синергетика» появился в работах профессора Штутгардского университета и директора Института теоретической физики и синергетики Германа Хакена [19–21]. Этот термин был введен им для обозначения науки, изучающей процессы самоорганизации в таких, казалось бы, совершенно не имеющих между собой ничего общего сложных системах, какими являются лазер и мозг человека. В данном понимании с синергетикой связаны модели и методы теории нелинейных колебаний (А. Пуанкаре, И. Андронов), теории катастроф (Р. Том), теории хаоса (В. Арнольд), теории диссипативных структур (И. П. Пригожин) и фрактальной геометрии (Б. Мандельброт) [22].

В настоящее время под синергетикой понимают междисциплинарное направление современного точного естествознания [23]. Она анализирует научные идеи, методы и модели сложного поведения и изучает проблемы междисциплинарного диалога, выявляет особенности современных сложных ситуаций и сопоставляет их с соответствующими научными точками зрения о сложных системах, хаосе, фракталах и т. д. (Ж. Диотар, Ж. Делез, Ф. Гватари, Г. Николис, И. Р. Пригожин, И. Стенгерс, У. Матурана, Ф. Варела, В. И. Аршинов, Н. Леман, Е. А. Князева, С. П. Курдюмов, А. Кестлер, В. В. Тарасенко) [24, 36].

В последние годы наблюдается стремительный и бурный рост интереса к синергетике. Издаются солидные монографии, учебники, выходят сотни статей, проводятся национальные и международные конференции и т. д. Идеи синергетики проникают во все области знания, начиная от физики и химии и заканчивая лингвистикой [37–47].

Системы, изучаемые синергетикой, состоят из большого числа частей, взаимодействующих между собой сложным образом, но согласованно. Слово «синергетика» и означает «совместное действие», подчеркивая согласованность функционирования частей, отражающуюся в поведении системы как целого [23].

Синергетический подход, в отличие от традиционного, предполагает переход:

- от исследования простых закрытых систем к исследованию сложных открытых систем;
- от линейности к нелинейности;
- от рассмотрения равновесия и процессов вблизи равновесия к изучению того, что происходит вдали от равновесия [11].

Системы, составляющие предмет изучения синергетики, могут быть самой различной природы и специально изучаться соответствующими науками.

Синергетику интересуют общие закономерности эволюции (развития во времени) систем любой природы [23, 25].

«Синергетика **устанавливает мостики между мертвой и живой природой**, между поведением природных систем и разумностью человека, между процессом рождения нового в природе и креативностью человека…

Речь идет не об аналогии, а об изоморфизме живого и неживого, …о выявлении неких **универсальных закономерностей эволюции и самоорганизации мира**» [23, с. 1, 2].

Изыскивая универсальные закономерности природы, в первую очередь необходимо решение проблемы сжатия информации.

Сжатие информации в синергетике достигают тем, что вместо большого числа факторов, от которых зависит состояние системы (так называемых компонентов вектора состояния), вводят ограниченное число **параметров порядка**. Так именуют величины, от которых зависят компоненты вектора состояния системы и которые в свою очередь влияют на параметры порядка [23]. В итоге сложная «многомерная динамика системы описывается небольшим числом параметров порядка, демонстрируя простое поведение. Согласно Принципу подчинения синергетики, параметры порядка детерминируют поведение отдельных частей или элементов системы. Преимущество описания поведения сложных систем путем определения параметров порядка и применения принципа подчинения состоит в существенной редукции степеней свободы, в огромном сжатии информации.

Возможно решение как прямой, так и обратной задачи: определение параметров порядка сложной системы, и наоборот, восстановление поведения этой системы по известным параметрам порядка» [11].

Итак, напрашиваются следующие выводы:

1. Синергетикой изучается системы, именуемые как сложные — большие — системы. Ими являются системы, состоящие из большого числа частей, взаимодействующих между собой сложным образом, но **согласованно**. Эта согласованность выражается в так называемом феномене циклической причинности [11, с. 3]: поведением всей совокупности элементов определяется поведение системы как целого, и наоборот, поведением системы как целого определяется поведение элементов, ее составляющих.

2. В синергетике ведется поиск самых общих закономерностей живой и неживой природы. Следовательно, она исходит из того, что **существуют закономерности, которыми управляются любые**

материальные реальности, независимо от их конкретной природы. В этом суть совершенно нового, **синергетического, видения устройства мира** [33, 48–50].

2 Общая теория систем, теория всего (единая теория поля) и теория целостности

Во второй половине двадцатого столетия в биологии, медицинской науке и философии основательно укоренилось словосочетание «Общая теория систем» [51–60]. Этим словосочетанием стали пользоваться и многие математики [61]. Однако большинство математиков все же предпочитают говорить о «Математической теории систем» [62]. В физике, как правило, оперируют словосочетанием «Единая теория поля» и редко «Теория всего» (от англ. Theory of everything, TOE) [63–65].

Все перечисленные теории, по сути дела, ставят перед собой одну и ту же задачу: найти самые общие закономерности природы. При этом приверженцы этих теорий видят один единственный путь ее решения. Они полагают, что должна быть создана новая теория, для которой все ныне общепризнанные физические теории о гравитационном, электромагнитном, сильном ядерном и слабом ядерном взаимодействиях будут являться частными проявлениями.

Требование включения в состав новой теории ныне существующих физических теорий, по сути дела, приводит к необходимости создания **новой физической, но более общей** теории.

В итоге современной физикой практически продолжается изучение лишь тех глубинных процессов, которые происходят в неживой природе [63–65]. Здесь интуитивно работает логика: «Неживая природа первична, а живая природа вторична. Следовательно, закономерности, общие для всей неживой природы, должны быть общими и для всей живой природы». Надо полагать, что именно этой логикой руководствовался В. Гейзенберг, видя пути решения т. н. проблемы центрального порядка в познании тайн атома [65].

Под «Проблемой центрального порядка» понимают проблему поиска закономерности, обусловливающей то **значительное различие**, которое имеется между продолжительностями существования **целого и его составных частей**. Например, гибнут сотни и тысячи особей, а биологический вид продолжает существование; рушится целое множество улиц, но город продолжает существовать и т. д. [66].

Как видно, словосочетанием «Проблема центрального порядка» обозначена та же проблема поиска общих закономерностей природы.

Специалисты, работающие в общей теории систем, путь решения проблемы видят в изучении процессов, которые как в живой, так и неживой природе происходят **одинаково** [51–57, 67–71]. Разумеется, глубинные процессы, происходящие одинаково во всех проявлениях (формах) неживой природы, будут происходить одинаково и во всех формах живой природы. Однако общая теория систем исходит из того, что, кроме этих процессов, существуют и общие процессы, которые являются далеко **не глубинными**. Например, мы все знаем, что если в течение пяти минут головной мозг человека останется без кислорода, то как мозг, так и сам человек погибнут. Аналогично, если приостановить подачу топлива в доменную печь и дать ей остыть, то она остановится насовсем. Остановленную доменную печь, как известно, не восстанавливают, а предпочитают построить новую.

Что общего между мозгом человека и доменной печью металлургического завода?

Головной мозг человека и доменная печь металлургического завода имеют одно общее: они являются **выраженными целостными системами**, служащими самыми важными элементами соответствующих целостных образований.

Смысл словосочетания «Выраженная целостная система» интуитивно понятен. Строгое определение понятия, обозначаемого этим словосочетанием, приведено в [73–75]. Интуитивно также понятен смысл словосочетания «Самый важный элемент соответствующего целостного образования». Однако опираясь на одно это интуитивное представление, невозможно должным образом формализовать то общее, что объединяет головной мозг человека и доменную печь металлургического завода.

Надо полагать, что когда создатель общей теории систем Л. фон Берталанфи, биолог по профессии, говорил о задачах, стоящих перед этой теорией, то он в первую очередь имел в виду изучение того общего, что объединяет различные формы **живой** природы, т. е. **выраженную целостность** живых организмов.

Выраженная целостность, как указывалось выше, характерна и для доменной печи металлургического завода.

Следовательно, целостность является характеристикой не только живой природы. Она характерна и для неживой природы тоже.

Можно показать, что целостность является самым общим способом существования нашей действительности, т. е. она представляет собой единство противоположностей.

В самом деле, каждый биологический вид, как известно, представляет собой целостное образование, элементарными кирпичиками которого служат **пары**, составленные представителями противоположных полов этого биологического вида.

Представители противоположных полов биологического вида, разумеется, могут создавать и другие целостные образования. Существуют, например, целостные образования, обозначенные словосочетаниями «Мужская футбольная команда», «Женская волейбольная команда», «Семья», «Родители» и т. д. Все эти целостные образования, как видно, составлены людьми, т. е. представителями одного и того же биологического вида. Однако когда речь идет о целостном образовании, обозначенном словосочетанием «Биологический вид», то в качестве элементарных кирпичиков выступают именно пары, составленные представителями противоположных полов этого биологического вида.

Следует особо обращать внимание на следующее: когда говорят, что наша действительность представляет собой единство противоположностей, всегда имеют в виду **не кучу** противоположных сторон, **а организованные должным образом целостные образования**. Причем эти целостные образования могут быть составлены не только реальностями одной природы. Примерами целостных образований служат как реальности типа «Человеческое общество» и «Мир животных», так и реальности типа «Город Москва» и «Река Волга» и т. д.

Все примеры, приведенные выше, относятся к «неглубинным» процессам. А что происходит в микромире?

Оказывается, все так называемые сильно взаимодействующие элементарные частицы — адроны — представляют собой такие же выраженные целостные системы, какими являются живые организмы: как **функциональные части живого организма не могут существовать вне этого организма, так и кварки не могут существовать вне адрона, к которому они принадлежат** [76].

Можно говорить, что все то, что мы видим вокруг нас, и все то, что мы не видим, но существует объективно, представляет собой некое целостное образование. Точнее, оно является целостным образованием с вероятностью $0,5 \leq P < 1$. Образования, являющиеся целостными с вероятностью $P = 1$, как и образования, являющиеся целостными с вероятностью $P < 0,5$, объективно существовать не могут [74, 75].

Итак, целостность — это то общее, что одинаково характерно как для живой, так и неживой природы. Следовательно, закономерности целостности и должны выступать закономерностями, одинаково справедливыми как для живой, так и для неживой природы. Изучение этих закономерностей — задача теории целостности.

Как видно, теория целостности, в отличие от общей теории систем и единой теории поля, ограничивается изучением лишь одних закономерностей целостности форм существования живой и неживой природы. Следовательно, эта теория является **частью** как общей теории систем Л. фон Берталанфи, так и единой теории поля, т. е. представляет собой еще **более общую** теорию.

Следует отметить, что термин «Теория целостности», во-первых, лаконичен. Во-вторых, что гораздо более важно, в этом термине делается акцент на главное — самое общее свойство живой и неживой природы, т. е. на их целостность.

В заключение отметим, что категория целостности и сопряженная с ней проблема соотношения части и целого является старейшей проблемой философии. Она «рассматривалась рядом видных философов. В западной теоретической традиции следует указать на труды Платона, Г. В. Лейбница, Н. Винера, Ф. Гваттари, Ж. Делеза, М. Хайдегтера и др. Для отечественной философской мысли характерно представление о целостности («цельности») как познания, так и бытия. Об этом писали А. А. Богданов, А. Ф. Лосев, В. С. Соловьев и многие другие мыслители» [71]. Эта проблема остается актуальной и сегодня [71, 72, 77].

3 Понятийный аппарат теории целостности

Следует обратить внимание на различие в языковых средствах, применяемых в единой теории поля и теории целостности.

Единая теория поля, как известно, оперирует понятийным аппаратом современной физики. Это язык, понятный физикам и тем математикам, которые работают на стыке физики и математики.

Теория целостности, как указывалось выше, является частью общей теории систем. А в общей теории систем, кроме математиков и физиков, работают биологи, медики, социологи и философы.

Основоположник общей теории систем Л. фон Берталанфи, как указывалось выше, был биологом. Ясно, что в общей теории систем и требуется языковое средство, одинаково понятное всем: биологам, медикам, физикам, математикам, социологам и философам. Таким языковым средством в настоящее время является понятийный аппарат современной математической статистики. Ведь все то, что изучается наукой, в конечном счете представляет собой случайные события! Именно этим объясняется факт широкого проникновения методов современной математической статистики во все науки, включая лингвистику.

Из того, что случайные события изучаются во всех науках, со своей стороны следует:

1. Во всех областях науки, включая физику, можно оперировать только статистическими методами обработки массивов данных и только ими. Методами специальных наук можно оперировать только в соответствующих специальных науках.

2. Понятийный аппарат современной математической статистики и только он может служить базой для создания синергетических объектов. Под синергетическими объектами мы имеем в виду объекты, которые удовлетворяют двум условиям:

2.1. Этими объектами можно пользоваться при исследовании любой целостной системы.

2.2. С помощью этих объектов исследования целостных систем должны выполняться с той строгостью, с какою в настоящее время ведутся исследования в точных науках.

Кроме понятийного аппарата математической статистики, очень редко нам приходится оперировать и такими самыми общими понятиями теории множеств, как «Открытое множество», «Пересечение множеств», «Отношение» и т. д. Указанными понятиями мы оперируем, в частности, при формализации такого фундаментального понятия для теории целостности, каким является понятие «Целостная система» [72–75].

Следует обратить внимание на то, что разработку «интернационального» языка, одинаково понятного специалистам всех областей знания, современная синергетика считает важнейшей задачей всего научного сообщества [23].

Итак, предметом изучения настоящей работы является философская категория целостности и сопряженная с ней проблематика соотношения части и целого. Точнее, мы изучаем вопросы существования целостной системы. Данные вопросы — общие для живой и неживой природы. При этом работа излагается примерно так, как излагаются исследования, выполняемые в физике. Точнее, мы не создаем новые математические конструкции, а оперируя языком математической статистики, лишь описываем объективно существующие факты и явления, одинаково наблюдаемые в живой и неживой природе.

ГЛАВА 1
ПРОБЛЕМА ПОЗНАНИЯ ИСТИНЫ

1.1 Синергетическое понятие материальной реальности

Пусть t_1 и t_2 — некоторые моменты времени, такие что вообще

$$-\infty \leq t_1 \leq t_2 \leq +\infty$$

Назовем **материальной реальностью** все то, что имеет время возникновения t_1 и время исчезновения t_2, такие что

$$\Delta t = (t_2 - t_1) > 0$$

Величина Δt, как видно, является **длительностью существования** материальной реальности.

В итоге **материальной реальностью (МР) является все то, что имеет отличную от нуля длительность существования**. Это то, что в интервале времени от t_1 до t_2 существует объективно, т. е. независимо от воли человека, и следовательно, изучаемо точной наукой. Все то, что не имеет отличной от нуля длительности существования, т. е. объективно не существует, точной наукой не может изучаться!

Длительность существования МР является **определенной**, если

$$t_1 = t_{10} \text{ и } t_2 = t_{20},$$

где t_{10} и t_{20} — фиксированные значения t_1 и t_2, соответственно:

$$-\infty < t_{10} \text{ и } t_{20} < +\infty$$

Во всех других случаях длительность существования МР не является вполне определенной.

В настоящее время, говоря о материальной реальности, осознанно или неосознанно имеют в виду все то, что имеет вполне определенные время начала и время конца.

Можно показать, что для Вселенной имеет место [78, 79]:

$$t_1 = -\infty \text{ и } t_2 = +\infty$$

Значит, по современным представлениям Вселенная не является материальной реальностью. Вместе с тем, по вышеприведенному определению, Вселенная является **материальной реальностью**! Ведь длительность ее существования отличается от нуля!

Итак, выше введенное понятие материальной реальности является довольно широким.

Синергетика, как было указано во Введение, является точной наукой, которая изучает самые общие закономерности живой и неживой природы. Ими являются закономерности самых общих **естественных** явлений живой и неживой природы.

Ясно, что синергетикой может быть изучены только те материальные реальности, которые подлежать точному описанию.

Естественные явления природы, включая самые общие, как увидим в параграфе 1.4, описываются распределением вероятностей Стьюдента.

В итоге, в настоящей работе изучаются только те материальные реальности, которые описываются распределением вероятностей Стьюдента.

В медицине и биологии вместо понятия «Материальная реальность» используют словосочетание «**Живой организм**», а в физике говорят о **физическом теле**.

1.2 Первичные показатели качества функционирования материальных реальностей

Пусть

$$y_j;\ j = 1..n;\ 1 \le n < \infty \qquad (1.1)$$

— неотрицательные скалярные величины.

Положим, что значения каждой величины y_j $(j = 1..n)$ устанавливаются либо путем измерения с помощью специального устройства, либо же путем счета в штуках.

Положим также, что каждой величиной y_j могут быть произведены все четыре арифметические операции.

Обозначим

$\Delta_j = \Delta y_j$, если значения y_j устанавливаются путем измерения с помощью специального устройства;

$\Delta_j = 1$, если значения y_j устанавливаются путем счета,

где Δy_j — абсолютная ошибка измерительного устройства величины y_j.

Пусть

$$y_{j0}(t);\ j = 1..n(t);\ 1 \le n(t) \le n$$

— значения величин

$$y_j \in Y(t) \subseteq Y;\ j = 1..n(t),$$

которые эти величины в момент времени $t = t_0$ $(t_1 \le t_0 \le t_2)$ в МР S могут принимать **совместно и только совместно**, т. е. имеет место

$$y_j = y_j(t) = y_{j0}(t) \Leftrightarrow y_i = y_i(t) = y_{i0}(t) \text{ для всех } j,\ i = 1..n(t), \tag{1.2}$$

где

$$Y(t) = \{y_j(t);\ j = 1..n(t)\}$$

и

$$Y = \{y_j;\ j = 1..n\}$$

Определение 1.1

Пусть в момент времени $t = t_0$ $(t_1 \le t_0 \le t_2)$ перед МР S стоит **общая** цель — обеспечить выполнение условия

$$|y_j(t) - y_{j0}(t)| < \Delta_j \text{ для всех } j = 1..n(t)$$

Тогда и только тогда говорят, что Y(t) является **генеральной совокупностью первичных показателей качества функционирования МР S** в момент времени $t = t_0$.

В биологии и медицине вместо первичных показателей качества функционирования МР говорят о **первичных показателях фактического состояния здоровья живого организма**.

В настоящее время различают несколько тысяч первичных показателей состояния здоровья живого организма. Однако во время лечения каждого больного ограничиваются рассмотрением только ограниченного количества показателей. Ими являются первичные показатели, которые в случае данной патологии вообще бывают вне областей их общепринятых статистических норм. Тем самим полагают, что в данный момент времени перед организмом больного стоит общая цель приведения в норму именно этих показателей.

Обозначим

$$Y = \bigcup_{t=t_1}^{t_2} Y(t)$$

Определение 1.2

Пусть в любой момент времени $t = t_0$ $(t_1 \le t_0 \le t_2)$ в МР S выполняется условие (1.2).

Тогда и только тогда говорят, что Y является **генеральной совокупностью первичных показателей качества функционирования МР S.**

Совокупностью величин Y оперируют всегда, когда создают те или иные системы. А в каждый момент времени $t = t_0$ $(t_1 \le t_0 \le t_2)$, как правило, оперируют совокупностью величин Y(t).

1.3 Естественные измерительные приборы

У человека, страдающего ишемической болезнью сердца (ИБС), часто немеют конечности. Это, как правило, вызвано *нехваткой* кислорода. Вместе с тем головной мозг этого человека еще продолжает получать кислород *исправно* в **нужном объеме**.

В итоге в одних частях организма больного ИБС устанавливаются одни значения концентрации кислорода, а в других частях — другие.

Так происходит не только в организме больного ИБС и не только с концентрацией кислорода, а в любом живом организме и с любой величиной, служащей характеристикой состояния этого организма. Надо полагать, что вообще так происходит в любой материальной реальности.

Тот факт, что каждая МР распределяет свои внутренние ресурсы с учетом приоритета объектов, служащих ее элементами, указывает на то, что эта МР имеет свои «собственные измерительные приборы». Иначе, без измерительных приборов МР никак не смогла бы произвести такое распределение своих внутренних ресурсов!

Что из себя представляют эти измерительные приборы?

Пусть Δy_j является абсолютной ошибкой измерения величины y_j. Тогда величину y_j наиболее точно можно измерить в единицах Δy_j.

Вообще измерения, производимые с помощью единиц

$$\Delta y_j;\ j = 1..n$$

являются не просто наиболее точными, но и **объективными**.

В социальной системе при установлении партнерских отношений, как известно, обмениваются товаром на товар или товаром на деньги.

При этом, как при обмене товара на товар, так и при обмене товара на деньги, обычно оперируют **единицами измерений, установленными самыми партнерами. Эти единицы измерения, как правило, являются произвольными**. В итоге измерения, производимые в социальных системах, как правило, являются не объективными, а **субъективными**.

Также субъективными являются и измерения, производимые в живом организме.

Дело в том, что единицы измерения, используемые в живом организме, как увидим в главе 4, зависят от фактического состояния этого организма.

В итоге совокупность данных, установленная путем измерения первичных показателей качества функционирования живого организма в вышеуказанных единицах, в общем случае не является точной характеристикой фактического состояния живого организма. Исключение составляют случаи, когда организм находится в нормальном состоянии. В случае нормального состояния все процессы, происходящие в живом организме, всегда являются строго **взаимно согласованными**. Точнее, каждый орган живого организма в нормальном состоянии всегда делает то, что ему положено делать. Благодаря этому, когда организм находится в нормальном состоянии, его органы верхних уровней управления не вмешиваются в работу органов нижних уровней, а просто следят за тем, выполняются ли каждым j-им органом нижних уровней возложенные на него функции исправно [80]. Точнее, следят за тем, имеет ли место

$$\left| y_j - y_{j0} \right| < \Delta y_j;\ j = j_0;\ j_0 = 1..n, \qquad (1.3)$$

где

Δy_j — абсолютная ошибка измерения величины y_j.

Если условие (1.3) выполняется, то полагается, что

$$y_j = y_{j0};\ j = j_0;\ j_0 = 1..n$$

Во всех других случаях

$$y_j \neq y_{j0};\ j = j_0;\ j_0 = 1..n$$

Кем непосредственно проверяется, выполняется ли условие (1.3)?

Пусть МР S состоит из двух элементов *a* и b, и следовательно, имеет место $n = 2$.

Пусть величины $y(a)$ и $y(b)$ являются первичными показателями качества функционирования материальных реальностей $a \in S$ и $b \in S$ соответственно.

Пусть при этом выполняются следующие условия:

1. Вполне определенные изменения МР $a \in S$ приводят к соответствующим, тоже вполне определенным, ***предсказуемым*** изменениям в МР $b \in S$. И наоборот, вполне определенные изменения МР $b \in S$ приводят к соответствующим, вполне определенным, ***предсказуемым*** изменениям в МР $a \in S$.

2. В каждый момент времени $t = t_0$ имеет место

$$|y(a) - y_0(a)| < \Delta y(a) \Leftrightarrow |y(b) - y_0(b)| < \Delta y(b), \qquad (1.4)$$

где

$y_0(a)$ — желаемое значение величины $y(a)$ для материальной реальности $a \in S$ в момент времени $t = t_0$;

$\Delta y(a)$ — абсолютная ошибка измерения величины $y(a)$;

$y_0(b)$ — желаемое значение величины $y(b)$ для материальной реальности $b \in S$ в момент времени $t = t_0$;

$\Delta y(b)$ — абсолютная ошибка измерения величины $y(b)$.

Зависимость (1.4) указывает на то, что цели

$$y(a) \to y_0(a) \text{ и } y(b) \to y_0(b)$$

могут быть достигнуть совместно и только совместно.

О материальных реальностях $a \in S$ и $b \in S$ говорят, что в момент времени $t = t_0$ они являются **партнерами**.

В этом определении понятия «партнер» особо следует обратить внимание на предсказуемость результата. Материальные реальности с непредсказуемыми, т. е. случайными результатами, не могут служить в качестве партнеров [57].

Участки ткани живого организма, между которыми в момент времени $t = t_0$ происходит обмен веществ, служат в качестве примера партнеров. Партнерами являются особи противоположных полов одного и того же биологического вида, **составляющие пару,** и т. д.

Вообще особи противоположных полов одного и того же биологического вида служат лишь **потенциальными партнерами**.

Определение 1.3

Пусть материальные реальности $a \in S$ и $b \in S$ в момент времени $t = t_0$ служат **партнерами**.

Пусть при этом имеет место

$$\left|y(a) - y_0(a)\right| < \Delta y(a) \text{ и } \left|y(b) - y_0(b)\right| < \Delta y(b)$$

Тогда и только тогда говорят, что материальные реальности $a \in S$ и $b \in S$ в момент времени $t = t_0$ служат **идеальными партнерами**.

Примером идеальных партнеров служит пара «электрон + позитрон». Более того, для этой пары имеет место

$$\left|y(a)\right| = \left|y(b)\right| \text{ и } (y(a) + y(b)) = 0,$$

т. е. величины $y(a)$ и $y(b)$ являются равными по абсолютному значению, но противоположными по знаку. О таких партнерах говорят, что они составляют **идеальную пару**.

Участки ткани живого организма, между которыми происходит обмен веществ, являются партнерами. Но в момент времени t эти участки могут служить в качестве идеальных партнеров, а могут и не служить. Если они являются идеальными партнерами, то от них в высшие органы управления живого организма не поступает никакой информации. В этом случае высшим органам управления живого организма, как указывалось выше, нет необходимости вмешиваться во «внутренние дела» пары. Необходимость вмешательства возникает только в том случае, когда ткани-партнеры не являются идеальными партнерами. Именно тогда и возникает проблема измерения величин $y(a)$ и $y(b)$ **со стороны высшего органа управления живого организма**. Измерение этих величин требуется для того, чтобы была установлена и устранена причина возникшего дисбаланса. Надо полагать, что так происходит не только в живом организме, но и в любой материальной реальности S. Отсюда смысл следующего положения.

Определение 1.4

Пусть материальные реальности $a \in S$ и $b \in S$ в течение времени от $t_1^* \geq t_1$ до $t_2^* \leq t_2$ служат партнерами.

Тогда и только тогда говорят, что МР $a \in S$ в течение времени от t_1^* до t_2^* является **естественным измерительным прибором величины y(b), а МР $b \in S$ является естественным измерительным прибором величины y(*a*).**

В социологии словосочетание «Естественный измерительный прибор» обозначают одним словом: «Потребитель». А вообще будет лучше, если назовем его «**Пользователь**».

Ясно, что материальная реальность $a \in S$ будет пользователем МР $b \in S$, а материальная реальность $b \in S$ — пользователем материальной реальности $a \in S$.

Итак, ответ на вопрос: «Кто непосредственно проверяет, выполняется ли условие (1.3)?»

Выполнение условия (1.3) проверяется материальной реальностью, являющейся в момент времени t партнером этой материальной реальности и, следовательно, служащей естественным измерительным прибором качества функционирования последней.

Следует отметить, что партнеры составляют особый класс естественных измерительных приборов. В чем состоит их особенность?

Принятие решения, как известно, представляет собой выбор из возможных вариантов того одного, который в данный момент времени требуется или представляется предпочтительным.

Решение может быть принято коллегиально путем голосования: проходит предложение, поддерживаемое большинством. Так принимаются решения в законодательных органах. Надо полагать, что так же принимаются решения на уровне нейронов в органах головного мозга.

Аналогично решение может быть принято отдельным лицом, например высшим должностным лицом. Так же **всегда** принимается решение каждым из партнеров.

На основании сказанного, выделим особенность партнёров: они **одновременно являются как измерительными приборами, так и лицами, принимающими решения**.

Говоря о лице, принимающем решения (ЛПР), обычно имеют в виду человека. Нами, как мы установили, это понятие используется шире: под ЛПР мы понимаем любую материальную реальность, которая принимает решение.

Как нетрудно заметить, нами шире используется и понятие «Измерительный прибор».

В самом деле, говоря об измерительных приборах, обычно имеют в виду технические средства, предназначенные для измерения различных физических и других величин.

В настоящее время существует огромное множество приборов, которые предназначены для измерения:

- температуры;
- давления;
- скорости;
- влажности;
- силы тока

и т. д.

В настоящей работе мы под **измерительным прибором понимаем все то, что может подать сигнал, подлежащий учету во время принятия решения**.

В парах, как было показано выше, в роли измерительных приборов выступают партнеры. В семье в роли измерительных приборов выступают члены семьи, которые нуждаются в согласованных действиях. В живом организме в качестве измерительных приборов служат клетки ткани: они при надобности сообщают мозгу о возникшем дискомфорте. В государстве в качестве измерительных приборов выступают **люди**: по сигналам, подаваемым людьми, в органах управления государством вырабатываются решения, направленные на усовершенствование общих правил сосуществования граждан страны и т. д.

1.4 Ошибка выборки

Пусть (1.1) является генеральной совокупностью первичных показателей качества функционирования МР S.

Пусть далее

$$B_j = \{b_{j\lambda};\ \lambda = 1..N_j;\ 1 < N_j < \infty\};\ j = 1..n$$

— выборки значений величин (1.1).

Положим, что эти выборки являются репрезентативными с доверительной вероятностью $P^* \geq 0{,}95$.

Пусть также для каждой выборки B_j выполняются следующие условия:

1. Она составлена по результатам равноточных и взаимно независимых измерений.

2. Систематические ошибки измерения отсутствуют.

3. Случайные ошибки измерения описываются нормальным законом распределения вероятностей.

Эти условия являются естественными, т. е. они характеризуют процессы, происходящие в живой и неживой природе совершенно естественным образом [81]. Только человек может, например, сознательно нарушить условие 2.

Далее мы будем изучать именно такие процессы.

Принято считать, что когда совокупность условий (1–3) выполняется, выборки

$$B_j;\ j = 1..n$$

описываются законом распределения вероятностей Стьюдента [81].

Обозначим

$$M_j = \frac{1}{N_j}\sum_{\lambda=1}^{N_j} b_{j\lambda} \text{ и } S_j = \sqrt{\frac{\sum_{\lambda=1}^{N_j}\left(b_{j\lambda} - M_j\right)^2}{N_j}};\ j = 1..n$$

Пусть τ_j^* — критическое значение критерия Стьюдента при заданной доверительной вероятности P^* и степени свободы $(N_j - 1)$:

$$\tau_j^* = \tau(P^*,(N_j - 1)) \tag{1.5}$$

В случае справедливости распределения вероятностей Стьюдента можно оперировать следующими противоположными неравенствами:

$$|M_j - M_j(G)| < d_j\tau_j^*;\ j = 1..n \tag{1.6}$$

и

$$|M_j - M_j(G)| \geq d_j\tau_j^*;\ j = 1..n, \tag{1.7}$$

где

$$d_j = S_j\sqrt{\frac{1}{N_j - 1}} \tag{1.8}$$

Обозначим

$$\Delta_j^* = d_j \tau_j^*;\ j = 1..n \tag{1.9}$$

О величине Δ_j^* говорят, что она является **ошибкой выборки B_j**.

1.5 Истина и вероятностный предел ее познания

Говорят, что в момент времени $t = t_0$ MP S является **заданной** (определенной, известной) с вероятностью, равной 1, если задана совокупность

$$M_j(G);\ j = 1..n,$$

где $M_j(G)$ — генеральное среднее арифметическое случайной величины M_j.

Если эта совокупность генеральных средних величин в момент времени $t = t_0$ является известной, то говорят, что в этот момент времени **истина** в MP S познана с вероятностью, равной единице.

Обозначим через P вероятность того, что выполняется условие

$$M_j = M_j(G) \text{ для всех } j = 1..n$$

О величине P говорят, что она является **вероятностью фактического познания истины в MP S в момент времени $t = t_0$.**

Согласно (1.6) и (1.9), имеет место

$$|M_j - M_j(G)| < \Delta_j^*;\ j = 1..n$$

Эта запись имеет смысл в том и только в том случае, когда

$$\Delta_j^* > 0;\ j = 1..n \tag{1.10}$$

Из (1.7), (1.9) и (1.10) имеем

$$|M_j - M_j(G)| \geq \Delta_j^* > 0;\ j = 1..n$$

Отсюда следует, что вообще

$$M_j \neq M_j(G);\ j = 1..n$$

Следовательно, в этом случае не может быть речи о выполнении условия

$$M_j = M_j(G) \text{ для всех } j = 1..n \qquad (1.11)$$

А величина P по определению является вероятностью выполнения именно этого условия.

В итоге

$$P < 1 \text{ при } |M_j - M_j(G)| \geq \Delta_j^* > 0;\ j = 1..n$$

Пусть теперь имеет место

$$\left| M_j - M_j(G) \right| < \Delta_j^*;\ j = 1..n$$

Обозначим через P_j вероятность того, что истиной является утверждение:

$$M_j = M_j(G) \text{ при } \left| M_j - M_j(G) \right| < \Delta_j^*;\ j = j_0;\ j_0 = 1..n$$

Вообще

$$P_j \leq P^* \equiv (1 - \alpha);\ j = 1..n,$$

где α — заданный уровень значимости.

Следовательно, в лучшем случае будет иметь место

$$P_j = (1 - \alpha);\ j = 1..n$$

В таблице критических точек распределения вероятностей Стьюдента [82, с. 466] приведены следующие значения величины α:

$$\alpha_1 = 0{,}05;\ \alpha_2 = 0{,}025;\ \alpha_3 = 0{,}01;\ \alpha_4 = 0{,}005;\ \alpha_5 = 0{,}001 \text{ и } \alpha_6 = 0{,}0005$$

Как видно,

$$\alpha \geq 5.10^{-4}$$

Таким образом, если будем считать, что вышеуказанная таблица является полной, то можно написать

$$\alpha_{min} = 5.10^{-4} > 0,$$

где α_{min} — минимально возможное значение α.

Предположим, что вышеуказанная таблица не является полной. Положим, что в ней нет тех критических точек, для которых имеет место

$$\alpha < 5.10^{-4}$$

В этом случае придется создать новую — расширенную — таблицу. Эта таблица должна содержать в себе все семь столбцов вышеуказанной таблицы и плюс один или более новых столбцов.

Обозначим через α_N то искомое значение $\boldsymbol{\alpha}$, которое должно быть внесено в N-м столбце расширенной таблицы, где N — натуральное число, такое, что

$$\mathrm{N} \geq 7$$

Вышеприведенные значения величины α, как видно, такие, что выполняется условие

$$\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3 > \alpha_4 > \alpha_5 > \alpha_6$$

Это условие будет выполняться и во всех новых столбцах расширенной таблицы, если положим, что вообще

$$\alpha_N = 10^{-(N-3)} b_N,$$

где b_N — вещественное число, такое, что

$$b_N = 5 \text{ при } N = 7$$
$$0 < b_N < 5 \text{ при } 7 < N < +\infty$$
$$b_N \to 0 \text{ при } N \to \infty$$

В самом деле, легко проверить, что

$$\alpha_N = 5\,.10^{-4} \text{ при } N = 7$$
$$\alpha_N > 0 \text{ при } 7 < N < +\infty$$
$$\alpha_N = 0 \text{ при } N = +\infty$$

Случай, когда $N = +\infty$, является нереализуемым. Реализуемыми являются только те случаи, когда имеет место $N < +\infty$.

А во всех этих случаях, как только что видели, имеет место

$$\alpha \geq \alpha_{min} > 0$$

В итоге всегда выполняется условие [73–75, 78, 79]:

$$P \leq P_j < 1;\ j = 1..n \qquad (1.12)$$

Отметим, что справедливость неравенства, аналогичного по смыслу неравенству (1.10), в физике впервые была постулирована Гейзенбергом. Этот постулат известен, как **Принцип неопределенности Гейзенберга**. Считают, что он является одним из фундаментальных принципов неживой природы [83]. Область справедливости неравенства (1.10) **шире**. Она охватывает не только **неживую, но живую природу**.

Следует также отметить, что положение о невозможности познания истины с вероятностью, равной 1, в философии известно давно [84]. А в математической логике это положение, по сути дела, было доказано еще в конце 20-х годов прошлого столетия [85, 86]. Выше мы еще раз подтвердили справедливость этого положения. Точнее, мы показали, что оно справедливо по крайней мере для тех явлений природы, которые описываются распределением вероятностей Стьюдента.

1.6 Локальные единицы измерения показателей качества функционирования МР

Из (1.9) и (1.10) имеем

$$d_j \tau_j^* > 0; \; j = 1..n \tag{1.13}$$

Отсюда следует, что вообще

$$d_j > 0; \; j = 1..n \tag{1.13}$$

С учетом неравенств

$$N_j < \infty \text{ и } d_j > 0; \; j = 1..n$$

из (1.8) получаем

$$S_j > 0; \; j = 1..n$$

и в конечном счете

$$\frac{1}{N_j} \sum_{\lambda=1}^{N_j} \left(b_{j\lambda} - M_j \right)^2 > 0; \; j = 1..n \tag{1.14}$$

Из (1.14) следует, что каждая величина y_j имеет как минимум три различных возможных значения:

$$b_{j1} = y_{jmin}, \; b_{j2} = 0{,}5\,(y_{jmin} + y_{jmax}) \text{ и } b_{j3} = y_{jmax}; \; j = j_0; \; j_0 = 1..n$$

Таким образом, вообще имеют место

$$S_j > 0 \text{ и } 3 \le N_j < \infty; \; j = 1..n \tag{1.15}$$

Пусть P_0 — наибольшее возможное значение P для МР S при $t = t_0$.

О величине P_0 говорят, что она является **вероятностным пределом познания истины** МР S при $t = t_0$.

Вообще, как увидим в параграфе 3.3, имеет место

$$0{,}5 \le P \le P_0 < 1 \tag{1.16}$$

Пусть

$$M_{j1},\ S_{j1} \text{ и } N_{j1};\ j = 1..n \tag{1.17}$$

и

$$M_{j0},\ S_{j0} \text{ и } N_{j0};\ j = 1..n \tag{1.18}$$

— значения величин

$$M_j,\ S_j \text{ и } N_j;\ j = 1..n$$

такие, что

$$\begin{aligned} &M_j = M_{j1};\ S_j = S_{j1} \text{ и } N_j = N_{j1} \text{ при } P^* = P;\ j = 1..n \\ \text{и}\quad &\\ &M_j = M_{j0};\ S_j = S_{j0} \text{ и } N_j = N_{j0} \text{ при } P^* = P_0;\ j = 1..n \end{aligned} \tag{1.19}$$

Величины (1.17) для каждой МР S можно установить по результатам ее обследования. В главе 5 мы увидим, что по тем же результатам обследования МР S можно установить и величины (1.18).

Согласно (1.15) и (1.19), имеет место

$$S_{j1} > 0;\ S_{j0} > 0;\ 3 \le N_{j1} < \infty \text{ и } 3 \le N_{j0} < \infty;\ j = 1..n \tag{1.20}$$

Положим, что известными являются выборки:

$$B_{j1} = \{\, b_{j\lambda}{}^{1};\ \lambda = 1\ldots N_{j1}\} \text{ и } B_{j0} = \{\, b_{j\lambda}{}^{0};\ \lambda = 1\ldots N_{j0}\};\ j = 1..n,$$

где

B_{j1} — выборка данных, по которой установлена пара (M_{j1}, S_{j1});

B_{j0} — выборка данных, по которой установлена пара (M_{j0}, S_{j0}).

Положим также, что для этих выборок выполняются условия 1–3. Тогда, как указывалось выше, можно оперировать распределением Стьюдента.

Обозначим

$$\delta_j = \sqrt{\left(\frac{1}{N_{j0}} + \frac{1}{N_{j1}}\right)\frac{\left(N_{j0}S_{j0}{}^2 + N_{j1}S_{j1}{}^2\right)}{\left(N_{j0} + N_{j1} - 2\right)}} \text{ и } \tau_j = \tau(P,(N_{j0} + N_{j1} - 2); \quad (1.21)$$

$$j = 1..n,$$

где τ_j — критическое значение критерия Стьюдента при доверительной вероятности P и степени свободы $(N_{j0} + N_{j1} - 2)$.

Принимая во внимание, что P > 0, из (1.20) и (1.21) получаем

$$\sigma_j > 0;\ j = 1..n, \quad (1.22)$$

где

$$\sigma_j = \delta_j \tau_j \quad (1.23)$$

В итоге для каждого j всегда имеет место одно из следующих неравенств:

$$|M_{j1} - M_{j0}| < \sigma_j;\ j = j_0;\ j_0 = 1..n \quad (1.24)$$

и

$$|M_{j1} - M_{j0}| \geq \sigma_j;\ j = j_0;\ j_0 = 1..n \quad (1.25)$$

Если выполняется условие (1.24), то с вероятностью P утверждают, что справедливо равенство:

$$M_{j1} = M_{j0};\ j = j_0;\ j_0 = 1..n$$

Тем самым полагают, что в каждой открытой области

$$A_j(\text{откр.}) = (M_{j0} - \sigma_j,\ M_{j0} + \sigma_j);\ j = j_0;\ j_0 = 1..n$$

все значения величины M_{j1} являются практически неразличимыми от M_{j0}.

Вместе с тем в каждой закрытой области

$$A_j(\text{закр.}) = [M_{j0} - \sigma_j, M_{j0} + \sigma_j)]; j = j_0; j_0 = 1..n,$$

друг от друга различаются следующие три значения величины M_{j1}:

$$M_{j1} = M_{j0} - \sigma_j; M_{j1} = M_{j0} \text{ и } M_{j1} = M_{j0} + \sigma_j ; j = j_0; j_0 = 1..n$$

Это означает, что каждую величину y_j в области A_j(закр.) **наиболее точно можно измерить в единицах σ_j и только в них**. Но если в области A_j(закр.) величину y_j мы будем измерять в единицах σ_j, то в этих же единицах мы должны ее измерить и в остальной части области задания величины y_j. В противном случае будет нарушено условие равноточности измерений.

Таким образом, в том случае, когда имеет место (1.22), каждую величину y_j наиболее точно можно измерить не в единицах Δy_j, а в единицах $\sigma_j \geq \Delta y_j$, где Δy_j — абсолютная ошибка измерительного прибора величины y_j.

Итак, в том случае, когда оперируют неравенствами (1.24) и (1.25), величины (1.1) наиболее точно можно измерить в единицах (1.22).

Следовательно, в этих же единицах наиболее точно можно измерить и величины

$$M_{j1} \text{ и } M_{j0}; j = 1..n$$

О каждой величине σ_j говорят, что она в момент времени $t = t_0$ служит **фактической местной (локальной) единицей измерения** j-го первичного показателя качества функционирования МР S.

Согласно (1.16), (1.21) и (1.23), имеет место

$$\sigma_j = \sigma_{j0} \text{ при } P = P_0 \text{ и } \sigma_j > \sigma_{j0} \text{ при } P < P_0; j = 1.\ldots n, \tag{1.26}$$

где σ_{j0} — минимально возможное значение σ_j для МР S в момент времени $t = t_0$.

Вообще, согласно (1.16), (1.21) и (1.26), имеет место

$$\sigma_j \geq \sigma_{j0} \geq \Delta y_j > 0; j = 1..n \tag{1.27}$$

1.7 Понятие нормального состояния материальной реальности

Если

$$\left| M_{j1} - M_{j0} \right| < \sigma_j \text{ для всех } j = 1..n, \qquad (1.28)$$

то с вероятностью P можно утверждать, что

$$M_{j1} = M_{j0} \text{ для всех } j = 1..n$$

И это утверждение будет тем ближе к истине, чем меньшими будут величины (1.22).

Величины (1.22), согласно (1.27), являются наименьшими в том и только в том случае, когда имеет место равенство

$$\sigma_j = \sigma_{j0};\ j = 1..n \qquad (1.29)$$

Следовательно, наиболее близко к истине вышеприведенное утверждение будет в том и только в том случае, когда имеет место равенство (1.29).

Равенство (1.29), согласно (1.26), имеет место в том случае, когда

$$P = P_0 \qquad (1.30)$$

В итоге наиболее близко к истине вышеприведенное утверждение будет в том и только в том случае, когда имеет место (1.30), что вполне логично.

Можно показать, что в том случае, когда имеет место (1.30), всегда выполняется условие

$$\left| M_{j1} - M_{j0} \right| < \sigma_{j0} \text{ для всех } j = 1..n \qquad (1.31)$$

В самом деле, когда имеет место равенство (1.30), согласно (1.26), всегда имеет место и равенство (1.29). А с учетом равенства (1.29) из (1.28) получаем (1.31).

Итак, когда имеет место равенство (1.30), всегда выполняется условие (1.31).

Пусть теперь выполняется условие (1.31).

Вообще

$$\left| M_{j1} - M_{j0} \right| < \sigma_{j0} \text{ при } \left| M_{j1} - M_{j0} \right| < \sigma_{j} \text{ и } \sigma_{j} = \sigma_{j0};\ j = 1..n$$

Следовательно, в том случае, когда выполняется условие (1.31), будет выполняться не только условие (1.28), но и условие (1.29).

Условие (1.29), согласно (1.26), выполняется в том и только в том случае, когда $P = P_0$, т. е. когда имеет место равенство (1.30).

В итоге в том случае, когда выполняется условие (1.31), всегда имеет место равенство (1.30).

Таким образом, вообще

$$P = P_0 \Leftrightarrow \left| M_{j1} - M_{j0} \right| < \sigma_{j0} \text{ для всех } j = 1..n \qquad (1.32)$$

Определение 1.5

Пусть состояние МР S в момент времени $t = t_0$ такое, что имеет место (1.30), и следовательно, согласно (1.32), выполняется условие (1.31).

Тогда и только тогда говорят, что в момент времени $t = t_0$ МР S находится **в нормальном состоянии**.

О величинах

$$M_{j1},\ S_{j1} \text{ и } N_{j1};\ j = 1..n$$

говорят, что они являются **общими статистическими характеристиками фактического** состояния МР S и ее частей. А величины

$$M_{j0},\ S_{j0} \text{ и } N_{j0};\ j = 1..n$$

являются общими статистическими характеристиками **нормального** состояния МР S и ее частей.

Часто о величинах

$$M_{j0};\ j = 1..n$$

говорят, что они являются **общими точечными нормами** первичных показателей качества функционирования МР S.

Как видно, знание пары величин P и P_0 является эквивалентным знанию всей совокупности данных

$$M_{j1},\ M_{j0} \text{ и } \sigma_{j0};\ j = 1..n$$

и в конечном счете, согласно (1.21) и (1.23), данных

$$M_{jk},\ S_{jk} \text{ и } N_{jk};\ k = 0,1;\ j = 1..n$$

Этот факт говорит о том, что величины P и P_0 являются важнейшими **интегральными** характеристиками качества функционирования материальных реальностей.

Точнее, величина P является интегральной характеристикой **фактического** состояния МР S. А величина P_0 является интегральной характеристикой **нормального** состояния МР S [75, 78, 79, 87–89].

Фактическое состояние МР S складывается как следствие решений, которые в ней принимаются. Эти решения являются тем более обоснованными, чем состояние МР S ближе к ее нормальному состоянию.

Наиболее обоснованные решения в МР S принимаются в том случае, когда она находится в нормальном состоянии, т. е. когда имеет место $P = P_0$. С этой точки зрения о величине P можно говорить, что она является **вероятностью обоснованности принимаемых в МР S решений** [78, 79].

Величины P и P_0 имеют смысл как для объектов живой природы, так и для объектов неживой природы. Следовательно, нововведенное понятие нормального состояния является справедливым как для объектов живой природы, так и для объектов неживой природы.

Заметим, что общепринятое понятие нормального состояния совпадает с последним понятием в том и только в том случае, когда

$$P = P_0 = P_0^* \geq 0{,}95$$

Для того чтобы живой организм находился в нормальном состоянии, в первую очередь он должен быть **целым**, т. е. должен обладать всеми соответствующими функциональными частями. Таким образом, в нормальном состоянии живой организм всегда представляет собой целостное образование. Это необходимое, но далеко не достаточное условие для того, чтобы живой организм находился в нормальном состоянии. Кроме того, он должен быть **здоровым**. Например, больной человек по определению не может находиться в нормальном состоянии. Он может находиться или не находиться лишь в состоянии **покоя**.

Если человек **здоров**, то он может поднять 50 и более кг груза, и с ним ничего не случится. Другой дело, если человек болен, например ишемической болезнью сердца. Такой человек, скорей всего, получит инфаркт даже при поднятии 10 кг груза.

Из этого следует, что в нормальном состоянии, т. е. когда выполняются условия (1.30) и (1.31), организм человека обладает **наибольшими потенциальными возможностями**. Этот факт, со своей стороны, указывает на то, что **величина P_0 вообще является мерой потенциальных возможностей живого организма**. Чем больше эта величина, тем больше потенциальные возможности живого организма. А наибольшие потенциальные возможности живой организм имеет в том и только в том случае, когда он находится в нормальном состоянии, т. е. когда выполняются условия (1.30) и (1.31).

Надо полагать, что сказанное выше справедливо не только для живого организма, но и для любой материальной реальности, включая физическое тело.

В физике вместо словосочетания «Потенциальные возможности» применятся словосочетание «Потенциальная энергия физического тела». При этом если потенциальная энергия физического тела наибольшая, то говорят, что физическое тело находится в нормальном состоянии, т. е. имеют место (1.30) и (1.31).

Таким образом, понятия нормального состояния, используемые в медицине и физике, являются частными обозначениями понятия нормального состояния, введенного выше.

Первое обоснование введения величин P и P_0 приведено в [73]. В дальнейшем обоснование введения этих величин шаг за шагом усовершенствовалось [74–75, 78, 79]. Настоящее обоснование является наиболее совершенным.

ГЛАВА 2
СИСТЕМА И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Функция — первична, а структура — вторична.
Структуры могут меняться, а функции остаются.
Никлас Луман

2.1 Понятие системы

В настоящее время имеется огромное количество толкований понятия «Система» [90–97]. Ниже приводится определение понятия «Система», соответствующее задаче, стоящей перед нами.

Понятие «**Множество**», как известно, выступает первичным математическим понятием. Если множество бинарное, то говорят, что оно является **отношением**.

Пусть

$$A_j;\ j = 1..n$$

— непустые конечные множества материальных реальностей.

Положим, что эти множества материальных реальностей такие, что выполняются следующие условия:

1. Имеет место

$$n_j \geq 2;\ j = 1..n,$$

где n_j — объем A_j.

2. Каждое множество A_j составлено материальными реальностями, которые совместно выполняют одну вполне определенную функцию.

Пусть

$$H_j;\ j = 1..n$$

— непустое конечное множество отношений, такое, что выполняются следующие условия:

1. Это множество отношений задано на множестве

$$A_j;\ j = 1..n$$

2. Качество функционирования каждой пары

$$S_j = < A_j,\ H_j >;\ j = j_0;\ j_0 = 1..n$$

описывается одним единственным первичным показателем y_j.

Положим, что все эти пары имеют одни и те же время возникновения и время исчезновения, т. е. выполняется условие

$$t_{j1} = t_1 \text{ и } t_{j2} = t_2 \text{ для всех } j = 1..n,$$

где

t_{j1} — время возникновения пары S_j;
t_1 — фиксированное значение t_{j1};
t_{j2} — время исчезновения пары S_j;
t_2 — фиксированное значение t_{j2}.

Обозначим

$$A = \{A_j;\ j = 1..n\} \text{ и } H = \{H_j;\ j = 1..n\}$$

Определение 2.1

Пусть

$$S = < A,\ H >$$

— пара, такая что, в любой момент времени $t = t_0$ $(t_1 \le t_0 \le t_2)$ имеют место:

$$S = S_0 \Leftrightarrow S_j = S_{j0} \text{ для всех } j = 1..n$$

и $\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad$ (2.1)

$$Y = \{y_j;\ j = 1..n\},$$

где

S_0 — фиксированное значение S;
S_{j0} — фиксированное значение S_j;

Y — генеральная совокупность первичных показателей качества функционирования МР S.

Пусть при этом

$$2 \leq n \tag{2.2}$$

Тогда и только тогда о паре S говорят, что она в любой момент времени $t = t_0$ является **системой**.

О каждой паре S_j говорят, что она в любой момент времени $t = t_0$ является j-им **функциональным элементом** системы S.

О времени t_1 говорят, что оно выступает **временем возникновения** системы S и ее функциональных элементов.

Время t_2 представляет собой **время исчезновения** системы S и ее функциональных элементов.

Если в момент времени $t = t_0$ условие (2.2) не выполняется, а точнее, $n = 1$ и, следовательно, $S = S_1$, то о паре S говорят, что она в момент времени $t = t_0$ является **функциональным элементом** системы более высокого уровня.

В живой природе повсеместно выполняется функция продолжения рода. Нам известны исполнители этой функции; ими являются пары, составленные особями противоположных полов. Это живые организмы, в которых, со своей стороны, выполняются функции:

- сохранения определенной температуры;
- сохранения определенного осмотического давления;
- сохранения определенной концентрации кислорода;
- сохранения определенной концентрации углекислого газа

и т. д.

Следовательно, в каждом живом организме существуют соответствующие материальные реальности. Эти материальные реальности и называют функциональными элементами живого организма.

Некоторые функциональные элементы состоят из материальных реальностей, которые вполне могут существовать раздельно.

Так, если парой S_j выполняется функция сохранения рода, то A_j является множеством двух особей. Ими выступают особи противоположных полов. Эти особы, как известно, могут вполне существовать раздельно.

Вместе с тем существуют и такие функциональные элементы, которые переплетены между собой подобно физиологическим системам живого организма. В каждом таком функциональном элементе S_j множество A_j составлено неразделимыми друг от друга материальными реальностями. Особенность этих функциональных элементов: все они имеют то же время возникновения и время исчезновения, что и сама система S.

Как указывалось выше, в том случае, когда парой S_j выполняется функция сохранения рода, множество A_j составлено из двух особей противоположных полов. Качество функционирования организма каждой из этих особей описывается целым множеством первичных показателей. Вместе с тем качество функционирования самой пары S_j, составленной этими особями, как указывалось выше, описывается одним первичным показателем y_j. И это вполне логично, ведь этой парой выполняется одна единственная функция — функция сохранения рода!

Сказанное выше относится к любому функциональному элементу; каждым из них в системе S выполняется одна вполне определенная функция. Следовательно, его качество функционирования в системе S вполне можно описать одним первичным показателем. Если, например, фермерское хозяйство собирает сахарную свеклу и картофель, то его можно рассматривать как систему, состоящую из двух функциональных элементов. Качество функционирования одного функционального элемента будет оцениваться по количеству собранной сахарной свеклы, а другого — по количеству собранного картофеля.

Аналогично каждую физиологическую систему живого организма можно рассматривать как состоящую из стольких функциональных элементов, сколькими первичными показателями описывается качество функционирования этой физиологической системы. В итоге качество функционирования всего живого организма будет описано совокупностью всех первичных показателей его физиологических систем.

Каждая система S, как указывалось выше, тоже является функциональным элементом другой системы более высокого уровня. Следовательно, ее качество функционирования также должно оцениваться соответствующим одним первичным показателем y, где y — это скалярная величина.

Каждый первичный показатель y, как было показано в параграфе 1.6, имеет как минимум три возможных значения:

- требуемое значение;
- значение, которое меньше требуемого;
- значение, которое больше требуемого.

Если величина y имеет требуемое значение, то качество функционирования системы S в системе высшего уровня оценивается положительно. Во всех других случаях в системе высшего уровня смотрят, находится ли фактическое значение величины y в пределах статистической нормы. Если да, то система высшего уровня в работу системы S не вмешивается.

Если фактическое значение величины y не находится в пределах статистической нормы, то в системе высшего уровня принимают соответствующие меры. Эти меры зависят от того, насколько величина y является отклоненной от требуемого значения и в какой стороне. Если величина y меньше ее требуемого значения, то принимаются одни меры. А если она больше требуемого — другие меры.

Аналогичным образом поступает сама система S. Если, например, величина y_j находится в пределах статистической нормы, то в работу функционального элемента S_j система S не вмешивается и этот элемент продолжает выполнять свою функцию. Во всех других случаях в системе S принимаются соответствующие меры.

Величиной y, как указывалось выше, МР S характеризуется как функциональный элемент системы более высокого уровня. А как система МР S характеризуется величиной P. Если имеет место

$$P = P_0, \qquad (2.3)$$

то МР S находится в нормальном состоянии. Во всех других случаях ее фактическое состояние является тем хуже, чем величина P является меньшей P_0.

Вообще каждая МР S с ограниченной длительностью существования одновременно служит функциональным элементом нескольких систем более высокого уровня. И в каждой такой системе о ее качестве функционирования судят по **своему собственному** вполне определенному первичному показателю y.

В конечном счете каждая МР S имеет стольких первичных показателей, в скольких системах более высокого уровня она служит функциональным элементом.

Итак, каждая МР S нами рассматривается как **двухуровневая система**. Первый уровень этой системы составляет пара S. Ее второй уровень составляют пары

$$S_j;\ j = 1..n$$

Любую трех- и более уровневую систему всегда можно представить в виде подобной системы [78, 79].

Таким образом, понятие «Система», введенное выше, выступает общим понятием!

2.2 Анатомические элементы системы

Пусть

$$a(s);\ s = 1..N;\ N \geq 2 \qquad (2.3)$$

— множество материальных реальностей, такое, что в любой момент времени $t = t_0$ ($t_1 \le t_0 \le t_2$) имеют место

$$\bigcup_{s=1}^{N} a(s) = \mathrm{A} \ \text{ и } \ \bigcap_{s=1}^{N} a(s) = \varnothing \tag{2.4}$$

Пусть далее

$$h(s) \ne \varnothing;\ s = 1..N$$

— множества отношений, заданные на множество (2.3), такие, что для материальных реальностей

$$S(s) = < a(s), h(s) >;\ s = 1..N \tag{2.5}$$

имеет место

$$Y_0 = \bigcap_{s=1}^{N} Y\left(s\right) \ne \varnothing, \tag{2.6}$$

где

Y_0 — генеральная совокупность **общих** первичных показателей качества функционирования материальных реальностей (2.5);

$Y(s)$ — генеральная совокупность первичных показателей качества функционирования МР $S(s)$:

$$Y(s) = (Y_0 + X(s)); \tag{2.7}$$

$X(s)$ — генеральная совокупность **специфических** первичных показателей качества функционирования МР $S(s)$:

$$X(s) = \{x_i(s);\ i = 1..n(s)\}, \tag{2.8}$$

где $n(s)$ — объем $X(s)$.

Пусть

$$M_j(s),\ S_j(s),\ N_j(s) \text{ и } \sigma_j(s);\ j = 1..n(s) \tag{2.9}$$

— значения величин

$$M_{j1},\ S_{j1},\ N_{j1} \text{ и } \sigma_j;\ j = 1..n \qquad (2.10)$$

такие, что

$$M_j(s) = M_{j1};\ S_{j1}(s) = S_{j1};\ N_j(s) = N_{j1} \text{ и } \sigma_j(s) = \sigma_j \text{ при } S(s) = S;\quad j = 1..n(s),$$

Здесь величины (2.10) заимствованы из параграфа 1.7.

Согласно последней записи, величины (2.9) для МР S(s) служат такими же характеристиками, какими для системы S служат величины (2.10).

О величинах (2.9) говорят, что они являются **статистическими характеристиками фактического состояния** МР S(s) в момент времени $t = t_0$.

Пусть

$$M_{j0}(s),\ S_{j0}(s) \text{ и } N_{j0}(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \qquad (2.11)$$

— значения величин

$$M_j(s),\ S_j(s) \text{ и } N_j(s);\ j = 1..n(s)\ );\ s = 1..N$$

такие, что

$$P = P_0 \text{ при } M_j(s) = M_{j0}(s),\ S_j(s) = S_{j0}(s) \text{ и } N_j(s) = N_{j0}(s) \quad \text{для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N, \qquad (2.12)$$

где

P — вероятность фактического познания истины в системе S в момент времени $t = t_0$;

P_0 — максимально возможное значение P в момент времени $t = t_0$.

О величинах

$$M_{j0}(s),\ S_{j0}(s) \text{ и } N_{j0}(s);\ j = 1..n(s)$$

говорят, что они в момент времени $t = t_0$ служат в качестве **статистических характеристик нормального состояния** МР S(s).

В частности, величины

$$M_{j0}(s);\ j = 1..n(s)$$

являются **точечными индивидуальными нормами** первичных показателей состояния МР S(s) в момент времени $t = t_0$.

Определение 2.2

Пусть для совокупностей

$$Y(s) = \{y_j(s);\ j = 1..n(s);\ n(s) \le n\};\ s = 1..N \qquad (2.13)$$

в момент времени $t = t_0$ $(t_1 \le t_0 \le t_2)$ имеет место

$$M_j(s) \to M_{j0}(s) \ \Leftrightarrow M_i(s) \to M_{i0}(s) \quad \text{для всех } j,\ i = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N, \qquad (2.14)$$

где $y_j(s)$ — скалярная величина, которая служит j-ым первичным показателем качества функционирования МР S(s).

Тогда и только тогда материальные реальности (2.5) в момент времени $t = t_0$ являются **анатомическими элементами** системы S.

Анатомические элементы системы S, согласно (2.4), **не пересекаются между собой**. Этим они принципиально отличаются от функциональных элементов системы S.

Согласно (2.7), анатомические элементы системы S имеют как общие свойства, характеризуемые совокупностью первичных показателей Y_0, так специфические свойства. Благодаря этому указанные элементы **одновременно являются как потенциальными конкурентами, так и потенциальными партнерами**. Примерами анатомических элементов служат органы тела человека.

Встречаются такие задачи, когда имеет место

$$X(s) = \varnothing \text{ для всех } s = 1..N$$

и, следовательно,

$$Y(s) = Y_0 = Y;\ s = 1..N$$

В этом случае материальные реальности (2.5) имеют одно и то же функциональное назначение, но они не обладают никакими специфическими свойствами. Такие материальные реальности могут быть только конкурентами, они не способны дополнять друг друга до единого целостного образования. Поэтому их совокупность является не системой S, а просто **множеством** А.

Во всех случаях, когда изучают так называемого **типичного представителя** каких-то материальных реальностей, имеют дело с множеством А, а не с системой S.

Если N = 1, то говорят, что S является **анатомическим элементом** системы более высокого уровня. А если $n = 1$ и $N = 1$ одновременно, то говорят, что S является просто **элементом** системы более высокого уровня.

По определению (2.1), имеет место

$$n \geq 1 \tag{2.15}$$

Аналогично, по определению (2.2), имеем $N \geq 1$.

Следовательно, вообще

$$r \geq 1,$$

где r — общее количество функциональных и анатомических элементов системы S:

$$r = \sum_{s=1}^{N} n(s) \tag{2.16}$$

Если $r = 1$, то говорят, что S является **перерожденной системой**.

Следовательно, для того, чтобы она не стала перерожденной системой, должно иметь место

$$r \geq 2 \tag{2.17}$$

Можно показать, что условие

$$r = 2$$

будет выполняться, если S является идеальной парой, служащей функциональным элементом системы более высокого уровня.

В самом деле, для идеальной пары, как указывалось в параграфе (1.1), имеют место

$$\left|y(a)\right| = \left|y(b)\right| \text{ и } (y(a) + y(b)) = 0$$

Как видно, величины $y(a)$ и $y(b)$ являются равными по абсолютному значению и противоположными по знаку.

О величине

$$y = \left|y(a)\right| = \left|y(b)\right|$$

говорят, что она является **общей функцией** пары.

Как видно, каждой идеальной парой выполняется **одна общая функция**. В живой природе этой функцией является сохранение рода. А в целом данной функцией выступает **сохранение целого**. Это самая общая функция, выполняемая любой идеальной парой.

Итак, для идеальной пары как системы имеют место

$$j = n(s) = n = 1; \; s = 1, 2$$

Следовательно, согласно (2.16), r = 2, что и следовало показать.

2.3 Частные и общие цели анатомических элементов системы

Пусть

$$M_{j0}^{*}(s); \; S_{j0}^{*}(s) \text{ и } N_{j0}^{*}(s); \; j = 1..n(s); \; s = 1..N \qquad (2.18)$$

— значения величин

$$M_j(s);\ S_j(s) \text{ и } N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

такие, что

$$P(s) = P_0(s) \text{ при } M_j(s) = M_{j0}^*(s),\ S_j(s) = S_{j0}^*(s)\ \ N_j(s) = N_{j0}^*(s) \quad \text{для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N, \qquad (2.19)$$

где

P(s) — вероятность фактического познания истины в системе S(s) в момент времени $t = t_0$;

$P_0(s)$ — максимально возможное значение P(s) в момент времени $t = t_0$.

Величины

$$M_{j0}^*(s);\ j = 1..n(s)$$

с вероятностью P(s) служат **точечными статистическими нормами** первичных показателей качества функционирования системы S(s) в момент времени $t = t_0$.

Следует отметить, что если множество величин (2.18) мы установим без учета взаимосвязи между системами (2.5), как это в настоящее время обычно делают, то вообще будет иметь место:

$$\left| M_{j0}^*(s) - M_{j0}(s) \right| \geq 0;\ \left| S_{j0}^*(s) - S_{j0}(s) \right| \geq 0 \text{ и } \left| N_{j0}^*(s) - N_{j0}(s) \right| \geq 0; \quad j = 1..n(s);\ s = 1..N \qquad (2.20)$$

В самом деле, вообще

$$|P_0(s) - P_0| \geq 0;\ s = 1..N$$

Ввиду этого, согласно (2.12) и (2.19), как правило, имеет место

$$\left| M_{j0}^*(s) - M_{j0}(s) \right| \geq 0;\ \left| S_{j0}^*(s) - S_{j0}(s) \right| \geq 0 \text{ и } \left| N_{j0}^*(s) - N_{j0}(s) \right| \geq 0; \quad j = 1..n(s);\ s = 1..N,$$

т. е. выполняется условие (2.20). Этим объясняется тот факт, что стоящие перед каждой МР S(s) частные цели

$$M_j(s) \to M_{j0}^*(s);\ j = j_0;\ j_0 = 1..n(s),$$

в общем случае расходятся с ее общесистемными целями

$$M_{j1}(s) \to M_{j0}(s));\ j = j_0;\ j_0 = 1..n(s)$$

Пусть известны выборки

$$B_j(s) = \{b_{j\lambda}(s);\ \lambda = 1..N_{j1}(s)\};\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \qquad (2.21)$$

и их производные

$$M_j(s),\ S_j(s) \text{ и } N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N, \qquad (2.22)$$

где $B_j(s)$ — совокупность результатов измерений величины $y_j(s)$ в момент времени $t = t_0$.

Как увидим в главе 5, по данным

$$M_j(s),\ S_j(s) \text{ и } N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N,$$

устанавливают величины

$$M_j,\ S_j,\ N_j,\ M_{j0},\ S_{j0} \text{ и } N_{j0};\ j = 1..n$$

Вообще, когда принимается решение, которое касается **всей системы S**, оперируют именно этой последней совокупностью величин.

Об указанных величинах речь уже шла в главе 1. Здесь, однако, важно сказать следующее:

1. Величины

$$M_j,\ S_j \text{ и } N_j;\ j = 1..n$$

в момент времени $t = t_0$ служат **общими статистическими характеристиками фактического состояния всей совокупности анатомических элементов** системы S**.**

2. Величины

$$M_{j0},\ S_{j0} \text{ и } N_{j0};\ j = 1..n$$

в момент времени $t = t_0$ служат **общими статистическими характеристиками нормального состояния всей совокупности анатомических элементов** системы S.

2.4 Системные единицы измерения

Обозначим

$$\alpha = \max\{\alpha_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N\}, \tag{2.24}$$

где

$$\alpha_j(s) = \frac{\sigma_j(s)}{M_{j0}(s)} \tag{2.25}$$

Величины

$$\sigma_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N, \tag{2.26}$$

согласно (2.10), являются такими же характеристиками МР S(s), какими характеристиками МР S являются величины

$$\sigma_j;\ j = 1..n$$

Положим, что

$$0 < M_{j0}(s) < \infty;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

Согласно (1.22) и (2.10), имеет место

$$\sigma_j(s) > 0;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

С учетом последних неравенств из (2.24) и (2.25) получаем

$$0 < \alpha_0 \le \alpha_j(s) \le \alpha;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N, \tag{2.27}$$

где

$$\alpha_0 = \min\{\alpha_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N\} \tag{2.28}$$

Величины

$$\alpha_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N, \qquad (2.29)$$

согласно (2.25), являются **относительными** скорректированными выборочными ошибками.

Следовательно, если первичные показатели качества функционирования системы S будут измеряться в единицах (2.26), то величины (2.29) будут служить в качестве **относительных ошибок измерения** этих показателей.

При этом в том случае, когда

$$\alpha_j(s) = \alpha_i(s) \text{ для всех } j, i = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N, \qquad (2.30)$$

в системе S измерения будут производиться с **одной и той же относительной точностью**.

Из (2.28) и (2.30) имеем

$$\alpha_j(s) = \alpha_0 \text{ для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N \qquad (2.31)$$

В параграфе (3.3) мы увидим, что вообще

$$\alpha = (1 - P) \leq (1 - P_0)$$

Отсюда

$$\alpha = \alpha_0 \text{ при } P = P_0$$

С учетом этого из (2.25) и (2.31) получаем

$$\frac{\sigma_{j0}(s)}{M_{j0}(s)} = \alpha_0 \text{ для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N, \qquad (2.32)$$

где

$$\sigma_j(s) = \sigma_{j0}(s) \text{ при } P = P_0;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

Согласно (1.21) и (1.23), имеет место

$$\sigma_j = f\{P, M_{jk};\ S_{jk} \text{ и } N_{jk};\ k = 0,1\};\ j = 1..n$$

Отсюда и из (2.9), (2.10) и (2.19) имеем:

$$\sigma_j(s) = F\{P(r);\, M_i(r);\, M_{i0}(r);\, S_i(r);\, S_{i0}(r);\, N_i(r) \text{ и } N_{i0}(r)),\quad i = 1..n(r);\ r = 1..N\};\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \tag{2.33}$$

Вообще, как увидим в главе 5, имеет место:

$$P(s) = P\{M_i(r);\, M_{i0}(r);\, S_i(r);\, S_{i0}(r);\, N_i(r) \text{ и } N_{i0}(r)\};\ i = 1..n(r);\ r = 1..N\};\ s = 1..N$$

Отсюда и из (2.33) получаем, что

$$\sigma_j(s) = \sigma\{\, M_i(r);\, M_{i0}(r);\, S_i(r);\, S_{i0}(r);\, N_i(r) \text{ и } N_{i0}(r)\};\ i = 1..n(r);\ r = 1..N\};\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

Обозначим

$$\Delta_j(s) = \alpha\, M_{j0}(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \tag{2.34}$$

Согласно (2.25), (2.27) и (2.34), имеет место

$$\Delta_j(s) \ge \sigma_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \tag{2.35}$$

и следовательно,

$$|M_{j1}(s) - M_{j0}(s)| \ge \Delta_j(s) \Rightarrow |M_{j1}(s) - M_{j0}(s)| \ge \sigma_j(s);\ j = 1..n(s) \tag{2.36}$$

Используя величины

$$\Delta_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \tag{2.37}$$

в качестве единиц измерения, в системе S будут производиться менее точные измерения. Зато всегда будет иметь место

$$\frac{\Delta_j(s)}{M_{j0}(s)} = \alpha \quad \text{для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N, \tag{2.38}$$

т. е. **в системе S всегда будет выполняться условие относительной равноточности измерений.**

Согласно (2.25), (2.33) и (2.34), имеет место:

$$\Delta_j(s) = \Delta\{M_i(r); M_{i0}(r); S_i(r); S_{i0}(r); N_i(r) \text{ и} N_{i0}(r)\};\ i = 1..n(r);\ r = 1..N\};\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \quad (2.39)$$

Как видно, каждая величина $\Delta_j(s)$ содержит в себе сведения о состояние всех анатомических элементов системы S, т. е. **она является характеристикой всей системы** S.

Величина $\Delta_j(s)$, согласно (2.39), в каждый момент времени t является вполне определенной, т. е. она **существует объективно**. Поэтому эту величину можно считать **объективной** единицей измерения $y_j(s)$ в системе S в момент времени $t = t_0$.

О величине $\Delta_j(s)$ говорят, что она является **фактической системной единицей измерения** величины $y_j(s)$ в МР S в момент времени $t = t_0$.

Обозначим

$$\Delta_j = \alpha\ M_{j0};\ j = 1..n \quad (2.40)$$

Согласно (2.34) и (2.40), имеем

$$\Delta_j(s) = \Delta_j \text{ при } M_{j0}(s) = M_{j0};\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \quad (2.41)$$

Как видно, величина Δ_j является **объективной** единицей измерения y_j в системе S в момент времени $t = t_0$.

О величине Δ_j говорят, что она является **фактической системной единицей измерения** величины y_j в МР S в момент времени $t = t_0$.

Итак, причинами введения величин (2.37) и (2.40) являются:

1. Необходимость обеспечения равноточности измерений.
2. Они служат объективными единицами измерения.

Имеется еще одна не менее важная причина. О ней речь идет в конце параграфа 4.2.

ГЛАВА 3
ЦЕЛОСТНАЯ СИСТЕМА И ЕЕ АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1 Понятие целостной системы

В главе 2 мы использовали ряд обозначений с индексами анатомических элементов системы. В настоящей главе, за исключением параграфа (3.4), а также и в главе 4 мы рассматриваем вопросы, при изучении которых вполне достаточно представить систему как состоящую из одних функциональных элементов и не упоминать об ее анатомических элементах. Ясно, что в этом случае отпадает необходимость оперировать вышеуказанными обозначениями. Ниже используются более простые обозначения. В случаях, когда возникает необходимость ссылаться на формулы главы 2, в которых вышеприведенные обозначения имеются, мы указываем на следующее соотношение:

$$
\begin{gathered}
a(s)=\mathrm{A},\ \mathrm{h(s)=H},\ \mathrm{n(s)=n},\ \alpha(\mathrm{s})=\alpha,\ \alpha_0(\mathrm{s})=\alpha_0,\ \alpha_j(\mathrm{s})=\alpha, \\
\sigma_j(\mathrm{s})=\sigma_j,\ \sigma_{j0}(\mathrm{s})=\sigma_{j0},\ \Delta_j(\mathrm{s})=\Delta_j,\ \mathrm{k}_j(\mathrm{s})=\mathrm{k}_j,\ \mathrm{M}_j(\mathrm{s})=\mathrm{M}_j,\ \mathrm{M}_{j0}(\mathrm{s})= \\
=\mathrm{M}_{j0},\ \mathrm{S}_j(\mathrm{s})=\mathrm{S}_j,\ \mathrm{S}_{j0}(\mathrm{s})=\mathrm{S}_{j0},\ \mathrm{N}_j(\mathrm{s})=\mathrm{N}_j \text{ и } \mathrm{N}_{j0}(\mathrm{s})=\mathrm{N}_{j0} \text{ при } \mathrm{S(s)=S}
\end{gathered}
\tag{3.1}
$$

Соотношение (3.1) позволяет представить выражения вышеуказанных формул в новых обозначениях.

На основе многолетних исследований канадским ученым Г. Селье было показано, что все специфические ответы живого организма являются частными проявлениями его общего (неспецифического, стандартного) ответа. Этот стандартный ответ выражается в том, что живой организм путем мобилизации всех соответствующих внутренних ресурсов переходит в стрессовое, т. е. в данный момент времени в **наилучшее** состояние. Оно является наилучшим с точки зрения выживания организма. Факт наличия стандартного ответа, со своей стороны, привел Г. Селье к очень важному выводу: живой организм реагирует как **единое целое** на любые изменения среды своего существования. Это, в свою очередь, указывает на то, что данный организм представляет собой **целостную систему** [98, 99]. Позже данное положение советским философом, академиком В. Г. Афанасьевым было обобщено на любые материальные реальности.

Согласно В. Г. Афанасьеву, главным признаком целостности системы S является наличие у этой системы так называемого **единого интегративного качества** (ЕИК) [68, 69].

Под ЕИК системы S понимают качество, которое этой системой проявляется в той мере, в какой это качество проявляется каждым ее функциональным элементом, т. е. имеет место

$$\gamma = \gamma_0 \Leftrightarrow \gamma_j = \gamma_0 \text{ для всех } j = 1..n, \qquad (3.2)$$

где

γ — аналитическая мера проявления ЕИК системой S: $0 < \gamma \leq 1$;

γ_0 — фиксированное значение γ;

γ_j — аналитическая мера проявления ЕИК j-им функциональным элементом системы S.

Вторым важным признаком целостности системы S, согласно В. Г. Афанасьеву, является ее **историчность**, т. е. то, что для этой системы условие

$$\gamma > 0 \qquad (3.3)$$

выполняется в течение вполне определенного интервала времени от t_1 до t_2.

Определение 3.1

Пусть в момент времени $t = t_0$ ($t_1 \leq t_0 \leq t_2$) в системе S условие (3.3) выполняется, где t_0 — фиксированное значение t.

Пусть при этом в момент времени $t = t_0$ имеет место зависимость (3.2).

Тогда и только тогда говорят, что система S на изменение **среды своего существования** в момент времени $t = t_0$ **реагирует как единое целое**.

Под **средой существования системы S** понимают совокупность внутренних и внешних факторов (условий), при которой имеет место неравенство (3.3).

Любая другая среда не является средой существования системы S, и следовательно, на изменение такой среды она не может реагировать как единое целое.

Определение 3.2

Пусть система S в момент времени $t = t_0$ ($t_1 \leq t_0 \leq t_2$) на изменение среды своего существования реагирует как единое целое.

Тогда и только тогда говорят, что система S в момент времени $t = t_0$ является **целостной системо**й (ЦС).

О величине γ_0 говорят, что она в момент времени $t = t_0$ выступает **фактическим** значением γ. Говорят также, что γ_0 является **оценкой фактического состояния** целостной системы S в момент времени $t = t_0$.

Если $\gamma = \gamma_0 = 1$, то можно говорить, что целостная система S в момент времени $t = t_0$ находится в наилучшем — **нормальном** — состоянии. А вообще о величине γ можно говорить, что она является **аналитической мерой соответствия (близости) фактического состояния целостной системы S к ее возможному нормальному состоянию в момент времени $t = t_0$.**

Аналогично о величине γ_j можно говорить, что она является **аналитической мерой соответствия (близости) фактического состояния j-го функционального элемента** целостной системы S её возможному нормальному состоянию в момент времени $t = t_0$.

Итак, мера проявления ЕИК и мера соответствия (близости) фактического состояния к возможному нормальному состоянию — два различных названия одной и той же величины.

Первое название, быть может, имеет смысл применять в среде философов, а второе — в среде биологов, медиков, инженеров, социологов и физиков.

3.2 Предельно допустимые значения первичных показателей качества функционирования ЦС

Положим, что величина M_j измеряется в единицах Δ_j. Тогда с точностью $\Delta_j > 0$ можно утверждать, что

$$M_j = M_{j0} \text{ при } \left|M_j - M_{j0}\right| < \Delta_j$$

и в конечном счете, по определению нормального состояния системы,

$$\gamma_j = 1 \text{ при } \left|M_j - M_{j0}\right| < \Delta_j \tag{3.4}$$

Определение 3.3

Пусть в момент времени $t = t_0$ система S является целостной, и следовательно, согласно (3.3) и (3.4), имеет место

$$0 < \gamma_{min} \leq \gamma \leq 1, \tag{3.5}$$

где γ_{min} — минимально допустимое в момент времени $t = t_0$ значение γ для целостной системы S.

Пусть далее

$$a_{jmin} \text{ и } a_{jmax};\ j = 1..n \tag{3.6}$$

— значения величин

$$y_j \in Y;\ j = 1..n \tag{3.7}$$

такие, что

$$\begin{array}{l} \gamma_{\min} < \gamma_j < 1 \text{ при } |M_j - M_{j0}| \geq \Delta_j \text{ и } 0 < \Delta_j \leq a_{j\min} < M_j < a_{j\max} < +\infty \\ \gamma_j = 1 \text{ при } |M_j - M_{j0}| < \Delta_j;\ j = 1..N \\ \gamma_j = \gamma_{\min} > 0 \text{ при } |M_j - M_{j0}| \geq \Delta_j \text{ и } M_j = a_{j\min} \geq \Delta_j > 0 \text{ или } M_j = \\ = a_{j\max} < +\infty \end{array} \qquad (3.8)$$

и следовательно, вообще

$$\gamma_{\min} \leq \gamma_j \leq 1 \Leftrightarrow 0 < \Delta_j \leq a_{j\min} \leq M_j \leq a_{j\max} < +\infty;\ j = 1..n \qquad (3.9)$$

Пусть также имеет место

$$a_{j\min} = \Delta_j;\ j = 1..n \qquad (3.10)$$

Тогда и только тогда говорят, что величины (3.6) в момент времени $t = t_0$ являются **системными минимально и максимально допустимыми** значениями первичных показателей качества функционирования ЦС S.

Здоровый человек без руки или ноги чувствует себя вполне нормально. А первичные показатели качества функционирования его отрезанного органа больше не находятся в допустимых пределах. В связи с этим возникает вопрос: применимо ли к организму этого человека выше введенное понятие «Системное минимально допустимое значение первичного показателя»?

Для организма этого человека не выполняется условие (3.3), т. е. его организм не является целостной системой в общепринятом смысле. Но он является **новой** целостной системой, именуемой как «Человек без руки».

Для того чтобы МР S в момент времени $t = t_0$ была целостной системой, необходимо, чтобы в этот момент времени все ее первичные показатели качества функционирования были бы отличными от нуля, т. е. должно иметь место

$$M_j > 0 \text{ для всех } j = 1..n.$$

В том случае, когда первичные показатели качества функционирования МР S измеряются в системных единицах, это условие будет выполняться тогда и только тогда, когда

$$M_j \geq \Delta_j > 0; \ j = 1..n$$

Дело в том, что в этом случае имеет место

$$M_j = 0 \text{ при } \Delta_j > M_j; \ j = 1 \ldots n,$$

т. е. все значения каждой величины M_j, которые являются меньшими Δ_j, отождествляются с нулем.

Отсюда смысл равенства (3.10). Это равенство указывает на то, что **системные единицы измерения являются минимально допустимыми значениями** первичных показателей качества функционирования материальных реальностей.

Согласно (2.34) и (3.1), имеет место

$$\Delta_j = \alpha \, M_{j0}; \ j = 1..n \qquad (3.11)$$

Отсюда и из (3.10) получаем

$$a_{jmin} = \alpha \, M_{j0}; \ j = 1..n \qquad (3.12)$$

Что касается величины a_{jmax}, то для нее имеет место следующее.

Как указывалось выше, величина M_j измеряется в единицах Δ_j. Следовательно, во всех случаях, когда

$$|M_j - M_{j0}| \geq \Delta_j; \ j = 1..n$$

с точностью $\Delta_j > 0$ можно утверждать, что

$$|M_j - M_{j0}| = k_j \, \Delta_j; \ j = 1..n, \qquad (3.13)$$

где

$$k_j = 1, 2, 3, \ldots$$

По определению целостной системы имеет место

$$\gamma_{min} \le \gamma_j \le 1;\ j = 1..n$$

Отсюда и из (3.9) имеем

$$0 < \Delta_j \le a_{jmin} \le M_j \le a_{jmax} < +\infty;\ j = 1..n \qquad (3.14)$$

Из (3.13) и (3.14) получаем

$$\left.\begin{array}{l} k_j\Delta_j = (M_{j0} - M_j) \le (M_{j0} - a_{jmin}) \text{ при } M_j < M_{j0} \\ \text{и} \\ k_j\Delta_j = (M_j - M_{j0}) \le (a_{jmax} - M_{j0}) \text{ при } M_j > M_{j0} \end{array}\right\}\ j = 1..n \qquad (3.15)$$

Обозначим

$$\begin{array}{l} k_j = k_{jmax} \text{ при } M_j < M_{j0} \text{ и } M_j = a_{jmin} \\ \text{и} \\ k_j = k_{jmax} \text{ при } M_j > M_{j0} \text{ и } M_j = a_{jmax} \end{array}\quad j = 1..n$$

Отсюда и из (3.15) получаем

$$\begin{array}{l} k_{jmax}\Delta_j = (M_{j0} - a_{jmin}) \\ \text{и} \\ k_{jmax}\Delta_j = (a_{jmax} - M_{j0}) \end{array}\quad j = 1...n$$

Следовательно,

$$(M_{j0} - a_{jmin}) = (a_{jmax} - M_{j0});\ j = 1..n$$

и в конечном счете, согласно (3.11), имеем

$$a_{jmax} = (2M_{j0} - \Delta_j);\ j = 1..n \qquad (3.16)$$

Итак, зная величины M_{j0} и Δ_j, с помощью зависимости (3.16) всегда можно найти и величину a_{jmax}.

3.3 Вероятностные характеристики целостной системы и ее функциональных элементов

Обозначим

$$a_j = a_{jmin} \text{ при } M_j \le M_{j0} \text{ и } a_j = a_{jmax} \text{ при } M_j > M_{j0} \qquad (3.17)$$

О величине a_j говорят, что она является **системным предельно допустимым значением** $y_j \in Y$ в ЦС S при $t = t_0$.

Пусть МР S в момент времени $t = t_0$ является целостной системой, и следовательно, в ней выполняется условие (3.14).

В том случае, когда имеет место (3.14), согласно (3.10), (3.12) и (3.17), для каждой величины M_j ($j = j_0$; $j_0 = 1..n$) всегда будет выполняться одно из трех условий:

$$\Delta_j < |M_{j0} - M_j| < |M_{j0} - a_j|$$

или

$$|M_{j0} - M_j| = |M_{j0} - a_j| \qquad (3.18)$$

или же

$$|M_{j0} - M_j| < \Delta_j$$

Пусть

$$C_j;\ j = 1..n$$

— скалярные величины, такие что

$$\begin{array}{l} C_j > \alpha, \text{ если } \Delta_j < |M_{j0} - M_j| < |M_{j0} - a_j| \\ C_j = \alpha, \text{ если } \Delta_j = |M_{j0} - M_j| = |M_{j0} - a_j|\ ;\ j = 1..n \\ C_j = (1 - \alpha), \text{ если } \Delta_j > |M_{j0} - M_j| \end{array} \qquad (3.19)$$

Как видно, для определения величины C_j необходимо знание всей совокупности зависимостей (3.18). Следовательно, эта величина является важнейшей характеристикой j-го первичного показателя качества функционирования МР S.

Из (3.18) и (3.19) получаем

$$C_j > \alpha \text{ или } C_j = \alpha, \text{ или же } C_j = (1 - \alpha);\ j = 1..n,$$

т. е. вообще имеет место

$$\alpha \le C_j \le (1 - \alpha);\ j = 1..n \tag{3.20}$$

Обозначим

$$C = \min\{C_j;\ 1..n\} \tag{3.21}$$

Как видно, для определения C необходимо знание как величины α, так и всей совокупности величин:

$$C_j;\ j = 1..n$$

Следовательно, величина C является характеристикой всей ЦС S.

Согласно (3.20) и (3.21), имеет место

$$0 < \alpha \le C \le (1 - \alpha) \tag{3.22}$$

Отсюда, в частности, имеем

$$0 < \alpha \le (1 - \alpha)$$

Следовательно, вообще

$$0 < \alpha \le 0{,}5 \tag{3.23}$$

Из (3.11) и (3.23) находим

$$2\Delta_j \le M_{j0};\ j = 1..n \tag{3.24}$$

Вместе с тем, согласно (3.14), имеет место

$$\Delta_j \le M_j;\ j = 1..n \tag{3.25}$$

Согласно (3.22), имеет место

$$C \le (1 - \alpha) \tag{3.26}$$

Отсюда и из (3.23) имеем

$$0{,}5 \le C < 1 \tag{3.27}$$

Совокупность условий (3.23) и (3.27) будет выполняться, если положим, что вообще имеет место:

$$C = (1 - \alpha) \tag{3.28}$$

Каков смысл величин:

$$C,\ C_j;\ j = 1..n? \tag{3.29}$$

По определению величин P и α, имеют место

$$P \to 1 \Leftrightarrow M_j \to M_j(G) \text{ для всех } j = 1..n \tag{3.30}$$

и

$$\alpha \to 0 \Leftrightarrow M_j \to M_j(G) \text{ для всех } j = 1..n \tag{3.31}$$

Из (3.30) и (3.31) имеем

$$P \to 1 \Leftrightarrow \alpha \to 0$$

Это условие будет выполняться, если положим, что вообще

$$P = (1 - \alpha) \tag{3.32}$$

Отсюда и (3.23) имеем

$$0{,}5 \le P \le P_0 < 1 \tag{3.33}$$

Из (3.28) и (3.32) получаем

$$C = P$$

Как видно, величина C является вероятностью познания истины в ЦС S.

Итак, величины α и C являются **вероятностными** характеристиками ЦС S [74, 100]. Но тогда и величины

$$\alpha_j \text{ и } C_j;\ j = 1..n$$

должны являться **вероятностными** характеристиками соответствующих функциональных элементов ЦС S, и следовательно, должно иметь место

$$C_j = P_j;\ j = 1..n, \tag{3.34}$$

где P_j — вероятность фактического познания истины в j-ом функциональном элементе ЦС S в момент времени $t = t_0$.

3.4 Управляющий орган целостной системы

Каждая система S, как теперь мы знаем, имеет две стороны: функциональную и анатомическую. Это в первую очередь относится к целостной системе.

Функциональная сторона целостной системы S определяется совокупностью функций

$$Y = \{y_i;\ i = 1..n\} \tag{3.35}$$

Эта совокупность функций, которую целостная система S выполняет и которая, следовательно, определяет **назначение** этой системы.

Анатомическую сторону целостной системы S составляет совокупность ее анатомических элементов. Эта сторона определяет **способ реализации совокупности функций** Y.

Определение 3.4

Пусть существует анатомический элемент s_u ЦС S, такой, что в любой момент времени $t = t_0$ $(t_1 \le t_0 \le t_2)$ имеет место

$$p(s_u) = \max\{p(s);\ s = 1..N\}, \tag{3.36}$$

где

t_1 — время возникновения системы S;

t_2 — время исчезновения системы S;

$p(s_u)$ — вероятность фактического познания истины системой s_u в момент времени $t = t_0$;

$p(s)$ — вероятность фактического познания истины s-ым анатомическим элементом ЦС S в момент времени $t = t_0$.

Пусть в течение времени от $t_1^* \geq t_1$ до $t_2^* \leq t_2$ в ЦС S нет других подобных анатомических элементов, т. е. анатомический элемент s_u является **единственным**,

где

$$t_1 \leq t_1^* < t_2 \text{ и } t_1^* < t_2^* \leq t_2$$

Тогда и только тогда говорят, что s_u в течение времени от t_1^* до t_2^* является **управляющим органом** системы S.

Определение 3.5

Пусть управляющий орган s_u системы S таков, что имеют место

$$t_1(s_u) \equiv t_1 \text{ и } t_2(s_u) \equiv t_2,$$

где

$t_1(s_u)$ — время возникновения системы s_u;

$t_2(s_u)$ — время исчезновения системы s_u;

Тогда и только тогда говорят, что s_u является **головным мозгом** ЦС S.

Все биологические системы имеют головы, т. е. органы, управляющие биологическими системами в течение всей жизни. Технические системы, в том числе и средства передвижения, имеют управляющие органы, которые при надобности можно заменить другими. Следовательно, эти управляющие органы не являются головами.

Как видно, понятие «Управляющий орган» шире, чем понятие «Голова».

Каждый анатомический элемент S(s) ЦС S, со своей стороны, является целостной системой, и следовательно, она также имеет две стороны: функциональную и анатомическую.

Функциональная сторона ЦС S(s) представляет собой совокупность

$$Y(s) = (Y_0 + X(s)) \tag{3.37}$$

Как видно, функциональная сторона ЦС S(s) определяется двумя совокупностями функций; первую совокупность составляют общие функции

$$y_i(s);\ i = 1..n_0, \tag{3.38}$$

где n_0 — объем Y_0.

Это та совокупность функций, по которой ЦС S(s) выступает **потенциальным конкурентом** всех остальных анатомических элементов ЦС S.

Вторая совокупность функций ЦС S(s) — это совокупность функций, характеризуемая величинами

$$x_i(s);\ i = 1..n(s), \tag{3.39}$$

где n(s) — объем множества X(s).

Это совокупность **специфических** функций ЦС S(s), по которой данная система **дополняет** все другие анатомические элементы ЦС S до единого целостного образования.

Тот факт, что функциональное назначение ЦС S(s) определяется двумя совокупностями функций Y_0 и X(s), указывает на то, что для однозначного определения фактического состояния этой системы требуются как данные обследования совокупности функций (3.38), так и данные обследования совокупности функций (3.39). Следовательно, в том случае, когда принимается решение, относящееся к ЦС S(s), должны быть приняты во внимание как данные обследования совокупности функций (3.38), так и данные обследования совокупности функций (3.39).

Исключение составляет управляющий орган ЦС S. Особенность этого анатомического элемента состоит в том, что е**го назначение неразличимо от назначения самой ЦС S**.

Точнее, для этого элемента имеет место

$$X(s) = Y_0 = Y \text{ при } s = s_u,$$

где Y — генеральная совокупность первичных показателей качества функционирования ЦС S:

$$Y = \bigcup_{s=1}^{N} Y(s); \qquad (3.40)$$

N — количество анатомических элементов ЦС S: $N \geq 2$.

В итоге фактическое состояние управляющего органа ЦС S однозначно определятся совокупностью данных

$$B_j = \{b_{j\lambda}{}^1;\ \lambda = 1..N_j\};\ j = 1..n, \qquad (3.41)$$

где

B_j — совокупность результатов измерения показателя $y_j \in Y$ в ЦС S в момент времени $t = t_0$;

N_j — объем B_j: $N_j \geq 1$;

n — объем совокупности Y.

Согласно (3.40), имеет место

$$B = \{B_j = (b_{j\lambda}{}^1;\ \lambda = 1\ldots N_j);\ j = 1\ldots n\} =$$
$$= \{B_j(s) = \{b_{j\tau}(s);\ \tau = 1..N_j(s);\ j = 1..n(s)\};\ s = 1..N\},$$

где

$B_j(s)$ — совокупность результатов измерения показателя $y_j \in Y(s)$ в момент времени $t = t_0$;

$N_j(s)$ — объем совокупности $B_j(s)$;

n(s) — количество первичных показателей качества функционирования s-го анатомического элемента ЦС S.

Обозначим

$$\mathrm{N_j} = \sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\mathrm{N_j}(s);$$

$$\mathrm{M_j} = \frac{1}{N_j}\sum_{s=1}^{N} \tau_j(s) b_j(s)\text{ ; j = 1..n;}$$

$$\mathrm{S_j} = \sqrt{\frac{1}{N_j}\sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\,(b_{j\tau}(s) - \mathrm{M}_j)^2}\ ,$$

где

$$\tau_j(s) = 1,\ \text{если } y_j \in Y(s) \text{ и } \tau_j(s) = 0,\ \text{если } y_j \notin Y(s);\ j = 1..n$$

Как видно, величины

$$\mathrm{M_j};\ \mathrm{S_j} \text{ и } \mathrm{N_j};\ j = 1..n \tag{3.42}$$

служат статистическими характеристиками фактического состояния всей ЦС S и ее управляющего органа **одновременно**.

Итак, если принимается решение по улучшению качества функционирования анатомического элемента ЦС S, который в момент времени $t = t_0$ служит управляющим органом этой системы, требуются данные обследования всей совокупности функций:

$$y_i(s);\ i = 1..n(s);\ s = 1..N$$

и в конечном счете совокупность данных (3.42). Если же решение принимается по улучшению качества функционирования того или иного не управляющего анатомического элемента s ЦС S, то этот элемент можно рассматривать как **изолированную** систему и ограничиться лишь данными обследования совокупности функций (3.38) и (3.39). Такое решение, однако, будет вполне обоснованным только в том случае, когда все остальные анатомические элементы ЦС S находятся в нормальном состоянии. В противном случае оно выступит недостаточно обоснованным.

ГЛАВА 4
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГАРМОНИИ ПРИРОДЫ

4.1 Нормальная целостная система

В каждой ЦС S величины

$$C_j;\ j = 1..n,$$

согласно (3.20), принимают только такие значения, которые находятся в пределах области [α, 1−α]. Это говорит о том, что в каждой ЦС S как целостной системе происходят только такие процессы, которые обеспечивают выполнение совокупности условий (3.23), (3.27) и (3.28).

Пусть

$$a_{j0min} \text{ и } a_{j0max};\ j = 1..n$$

— значения величин

$$a_{jmin} \text{ и } a_{jmax};\ j = 1..n$$

такие, что

$$a_{jmin} = a_{j0min} \text{ и } a_{jmax} = a_{j0max} \text{ при } P = P_{,0};\ j = 1..n$$

Определение 4.1

Пусть в МР S в момент времени $t = t_0$ имеет место

$$P = P_0$$

и следовательно, выполняется условие

$$0 < a_{j0min} \leq M_j \leq a_{j0max} \text{ для всех } j = 1..n$$

Тогда и только тогда говорят, что МР S в момент времени $t = t_0$ является **нормальной целостной системой**.

Как видно, МР S является нормальной целостной системой только в том случае, когда она находится в нормальном состоянии. Во всех других случаях МР S выступает просто целостной системой. Это система, **все** первичные показатели качества функционирования которой находятся в допустимых пределах.

Надо полагать, что когда В. Г. Афанасьев говорит о целостной системе, то он имеет в виду именно нормальную целостную систему.

Итак, чем целостная система отличается от остальных систем?

От остальных систем она отличается тем, что:

1. Все ее первичные показатели качества функционирования находятся в допустимых пределах. А в том частном случае, когда она является нормальной целостной системой, все ее первичные показатели качества функционирования находятся в пределах нормы.

2. В нормальном состоянии на изменения среды своего существования она реагирует наиболее адекватно в том смысле, что в ней выполняется условие

$$\gamma = \gamma_0 \Leftrightarrow \gamma_j = \gamma_0 \text{ для всех } j = 1..n,$$

где

γ — аналитическая мера проявления ЕИК МР S;

γ_0 — фиксированное значение γ;

γ_j — аналитическая мера проявления ЕИК j-им функциональным элементом MPS.

4.2 Закономерность существования целостной системы — первый закон гармонии природы

Обозначим через p вероятность того, что

$$a_{jmin} \leq M_j \leq a_{jmax} \text{ для всех } j = 1..n$$

О величине p говорят, что она является **вероятностью целостности** МР S в момент времени $t = t_0$.

Главная цель, которая стоит перед каждой МР S, состоит в том, чтобы она находилась в нормальном состоянии, т. е. состоянии, когда имеет место

$$a_{j0min} \le M_j \le a_{j0max} \text{ для всех } j = 1..n$$

Обозначим через p_0 такое значение p, что

$$p = p_0 \Leftrightarrow a_{j0min} \le M_j \le a_{j0max} \text{ для всех } j = 1..n$$

Тогда вышеуказанную цель можно записать так:

$$p \to p_0$$

Вообще, по определению величин

$$a_{j0min} \text{ и } a_{j0max} \text{ ; } j = 1..n$$

имеет место:

$$a_{jmin} \to a_{j0min} \text{ и } a_{jmax} \to a_{j0max} \text{ при } P \to P_0\text{; } j = 1..n$$

Принимая во внимание это, ту же цель можно записать и так:

$$P \to P_0$$

Этот факт указывает на то, что вообще

$$p = P \text{ и } p_0 = P_0$$

Как видно, вероятность познания истины в МР S, т. е. **величина P, одновременно служит и вероятностью целостности этой материальной реальности.**

Далее мы будем считать синонимами понятия:

1. «Вероятность познания истины в МР», «Вероятность обоснованности принимаемых в МР решений» и «Вероятность целостности МР».

2. «Вероятностный предел познания истины в МР» и «**Максимально возможная вероятность целостности МР**».

Согласно общей теории систем, каждая система одновременно является и **элементом системы** более высокого уровня.

И наоборот, каждый элемент системы одновременно является и **системой элементов** более низкого уровня [57].

Отсюда следует, что каждый j-ый функциональный элемент ЦС S, со своей стороны, тоже является целостной системой элементов. Следовательно, для каждого j-го функционального элемента ЦС S, аналогично (3.23), (3.27) и (3.28), должно иметь место:

$$C_j = 1 - \alpha_j;\ 0 < \alpha_j \leq 0{,}5;\ 0{,}5 \leq C_j < 1$$

или с учетом (3.34),

$$P_j = (1 - \alpha_j);\ 0 < \alpha_j \leq 0{,}5;\ 0{,}5 \leq P_j < 1, \tag{4.1}$$

Согласно (2.24) и (3.1), имеет место

$$\alpha = \max\{\alpha_j;\ j = 1..n\} \tag{4.2}$$

С учетом этого из (3.28) получаем

$$C = 1 - \max\{\alpha_j;\ j = 1..n\} \tag{4.3}$$

Из (3.32) и (4.2) имеем

$$P = 1 - \max\{\alpha_j;\ j = 1..n.\} \tag{4.4}$$

и в конечном счете, согласно (4.1),

$$P = P_{min},$$

где

$$P_{min} = \min\{P_j;\ j = 1..n\}$$

Пусть в момент времени $t = t_0$ для i-го функционального элемента МР S имеет место:

$$P_i = P_{min};\ i = i_0;\ i_0 = 1..n \tag{4.5}$$

О функциональном элементе МР S, для которого имеет место (4.5), говорят, что он — **наиболее слабое звено** МР S в момент времени $t = t_0$.

Итак, если предположения (3.28) и (3.32), сделанные нами выше, являются обоснованными, то будет иметь место

$$P = \min\{P_j;\ j = 1..n\}$$

Являются ли предположения (3.28) и (3.32) обоснованными действительно?

Для того чтобы ответить на этот вопрос, сначала сформулируем следующее положение:

«**Вероятность целостности МР S в каждый момент времени $t = t_0 (t_1 \leq t_0 \leq t_2)$ равна вероятности целостности ее самого слабого звена, т. е. имеет место**

$$\mathbf{P = P_{min},}$$

где

P — вероятность того, что МР S в момент времени $t = t_0$ является целостной системой;

P_{min} — вероятность того, что слабое звено МР S в момент времени $t = t_0$ является целостной системой».

В медицине это положение известно издавна. Ведь хороший врач, обследуя больного, в первую очередь всегда ищет самую пораженную функциональную часть организма больного, т. е. ту часть, для которой выполняется условие (4.5).

Почему врач так поступает? Потому что он знает, что наибольшей является вероятность того, что самая пораженная функциональная часть организма больного перестанет работать. И если этой функциональной части вовремя не помочь, то она перестанет работать. Но тогда перестанут работать и все остальные функциональные части организма больного. Ведь все эти части являются необходимыми составляющими одного целого — организма больного!

В итоге человек погибнет.

Надо полагать, что так происходит не только в организме человека, а в любой целостной системе!

Итак, есть основания считать, что вышеизложенное положение является объективной закономерностью. Следовательно, есть основания считать вполне обоснованными и предположения (3.28) и (3.33). Ведь в основе вышеуказанной закономерности лежат именно эти предположения!

Согласна первому закону гармонии, величина Р является характеристикой самого слабого звена МР S. Следовательно, согласно (3.32), и величина α должна являться характеристикой самого слабого звена этой материальной реальности. Но тогда, согласно (3.11), характеристиками самого слабого звена МР S должны служить и величины

$$\Delta_j;\ j = 1..n \tag{4.7}$$

В итоге, измеряя величины

$$y_j;\ j = 1..n \tag{4.8}$$

в системных единицах, в МР S будет принято наиболее обоснованное решение. Оно будет наиболее обоснованным с точки зрения сохранения целостности МР S.

Итак, **главная причина введения единиц (4.7): с их помощью в МР S принимаются наиболее обоснованные решения.**

Аналогично с помощью величин (2.34) в каждой **МР S(s) принимаются наиболее обоснованные решения**. В этом главная причина введения последних величин.

4.3 Закономерность внутрисистемной гармонии — второй закон гармонии природы

Если в момент времени $t = t_0$ имеет место $M_j < M_{j0}$, то перед МР S стоит проблема увеличения величины y_j. А если в момент времени $t = t_0$, наоборот, имеет место $M_j > M_{j0}$, то перед МР S стоит противоположная проблема — уменьшения величины y_j.

Кроме того, в том случае, когда $M_j \leq M_{j0}$, МР S стоит перед опасностью попасть в недопустимое состояние, когда $y_j = 0$. А в том случае, когда имеет место $M_j \geq M_{j0}$, наоборот, МР S стоит перед противоположной опасностью попасть в недопустимое состояние, когда $y_j > a_{jmax}$, т. е. когда будет иметь место $y_j = 2M_{j0}$.

В итоге в момент времени $t = t_0$ в МР S друг от друга будут различаться либо только те значения каждой величины y_j, для которых имеет место

$$b_{j0} = 0 \text{ и } b_{j\lambda} \in [M_{j0}, a_{jmin}]$$

либо же только те значения, для которых имеет место

$$b_{j0} = 2M_{j0} \text{ и } b_{j\lambda} \in [M_{j0}, a_{jmax}]$$

При этом, ввиду того, что величины (4.8) измеряются в системных единицах (4.7), количество друг от друга различаемых в момент времени $t = t_0$ в МР S значений каждой величины y_j будет вполне определенным.

Пусть

$$m_j; \; j = 1..n \tag{4.9}$$

— натуральные числа, такие что

$$m_j = \frac{|M_{j0} - a_j|}{\Delta_j} + 2; \; j = 1..n, \tag{4.10}$$

где

$$a_j = a_{jmin} \text{ при } M_j \leq M_{j0} \text{ и } a_j = a_{jmax} \text{ при } M_j > M_{j0}$$

О величине m_j говорят, что она выступает **количеством друг от друга различаемых — воспринимаемых** — значений y_j в момент времени $t = t_0$.

Обозначим

$$m = 1 + \frac{1}{\alpha} \tag{4.11}$$

Можно показать, что

$$m_j = m \text{ для всех } j = 1..n \tag{4.12}$$

В самом деле, согласно (3.10), (3.17) и (4.10), имеет место:

$$m_j = \frac{M_{j0} - a_{jmin}}{a_{jmin}} + 2 \text{ при } M_j \le M_{j0}$$

и $\qquad j = 1..n$

$$m_j = \frac{a_{jmax} - M_{j0}}{a_{jmin}} + 2 \text{ при } M_j > M_{j0}.$$

Отсюда и из (3.11), (3.12) и (3.16) получаем

$$m_j = \frac{M_{j0} - \Delta_j}{\Delta_j} + 2 \text{ при } M_j \le M_{j0}$$

и $\qquad j = 1..n$

$$m_j = \frac{2\,M_{j0} - \Delta_j - M_{j0}}{\Delta_j} + 2 \text{ при } M_j > M_{j0},$$

т. е. вообще

$$m_j = \frac{M_{j0} - \Delta_j}{\Delta_j} + 2;\ j = 1..n$$

и в конечном счете, согласно (3.11) и (4.11),

$$m_j = m \text{ для всех } j = 1..n,$$

т. е. получаем (4.12).

Согласно (3.28) и (4.11), имеет место

$$C = 1 - \frac{1}{m-1} \tag{4.13}$$

Отсюда и из (3.28) и (3.32) имеем

$$P = 1 - \frac{1}{m-1} \tag{4.14}$$

Согласно (3.23) и (4.11), имеет место

$$3 \leq m < \infty$$

Величина m, как и все величины (4.9), является натуральным числом. Следовательно, вообще

$$m = 3, 4, 5, \ldots \tag{4.15}$$

В итоге величина P может принимать только определенные **дискретные** значения. Ими являются значения, удовлетворяющие совокупности условий (4.14) и (4.15).

Итак, измеряя величины (4.8) в системных единицах (4.7), всегда будет выполняться условие (4.12).

Возникает вопрос: действительно ли величины (4.8) в ЦС S измеряются в единицах (4.7)? Для того чтобы ответит на этот вопрос, в первую очередь следует выяснить, к чему приводит выполнение условия (4.12).

Вообще внутренние ресурсы целостной системы распределяются наиболее рационально при $P = P_0 \approx 1$. Во всех других случаях эти ресурсы будут распределены тем менее рационально, чем меньшими будут величины P и P_0.

Причем выполнение равенства

$$P = P_0 \tag{4.16}$$

может быть достигнуто в следующих четырех случаях.

Случай 1.

Величина P постепенно увеличивается, а величина P_0 остается прежней.

В этом случае говорят, что ЦС S возвращается в свое **прежнее нормальное** состояние. Так происходит, например, с момента начала выздоровления человека, когда интервал времени выздоровления остается в пределах соответствующего интервала его половозрастной группы.

Случай 2.

Постепенно увеличиваются как величина P, так и величина P_0.

Величина P_0 постепенно увеличивается по мере увеличения порядкового номера возрастной группы до **достижения зрелости**.

В этом случае говорят, что ЦС S в конце концов перешла в **новое качественное** состояние.

Случай 3.

Постепенно уменьшается как величина P, так и величина P_0, и при этом имеет место

$$P = P_0 > 0,5$$

Величина P_0, как правило, постепенно уменьшается по мере увеличения порядкового номера **старческой** возрастной группы.

В этом случае также говорят, что ЦС S переходит в новое качественное состояние.

Случай 4.

Постепенно уменьшаются как величина P, так и величина P_0, и это уменьшение продолжается до тех пор, пока не наступит время, когда

$$P = P_0 = 0,5$$

Так происходит, например, при постепенном ухудшении состояния здоровья человека, когда в конце концов человек погибает.

В этом случае говорят, что ЦС S переходит в состояние, которое является и не является нормальным одновременно, т. е. оно представляет собой **неопределенное, граничное** состояние.

Следует отметить, что все вышерассмотренные случаи имеют смысл для тех целостных систем, для нормального состояния которых имеет место $P_0 > 0{,}5$.

Что касается систем, для нормального состояния которых имеет место $P_0 = 0{,}5$, то для них всегда выполняется условие $P = P_0 = 0{,}5$.

В самом деле, по определению P_0, имеет место

$$0{,}5 \leq P \leq P_0 < 1$$

Отсюда при $P_0 = 0{,}5$ имеем $P = P_0 = 0{,}5$.

Согласно (3.11), имеет место

$$\frac{\Delta_j}{M_{j0}} = \alpha \text{ для всех } j = 1..n \tag{4.17}$$

Отсюда и из (3.32) имеем

$$\frac{\Delta_j}{M_{j0}} = (1 - P) \text{ для всех } j = 1..n \tag{4.18}$$

В итоге в любой МР S как целостной системе происходят такие процессы, для которых в каждый момент времени $t = t_0$ $(t_1 \leq t_0 \leq t_2)$ выполняется условие (4.18). А этот факт говорит о следующем.

В биологии и медицине давно применяется словосочетание «Половозрастная группа», полагая, что величины

$$M_{j0};\ j = 1..n$$

для одной половозрастной группы являются одними, для другой половозрастной группы — другими и т. д.

Вообще

$$P = P(t),\ P_0 = P_0(t),\ \Delta_j = \Delta_j(t),\ M_j = M_j(t) \text{ и } M_{j0} = M_{j0}(t) \quad \text{при } t_1 \leq t \leq t_2 \tag{4.19}$$

При этом, по определению P и P_0, имеет место

$$0{,}5 \le P(t) \le P_0(t) < 1 \text{ при } t_1 \le t \le t_2 \qquad (4.20)$$

Пусть

$$P_0(S),\ t_{10} \text{ и } t_{20}$$

— значения величин $P_0(t)$ и t, такие, что выполняются следующие условия:

1. Величина $P_0(S)$ в течение всего времени от t_{10} до t_{20} для МР S является вполне определенной, точнее, она имеет одно единственное числовое значение.

2. Имеют место:

$$\begin{aligned} &P_0(t) \to P_0(S) < 1 \text{ при } t_1 \le t \to t_{10} \\ &P_0(t) = P_0(S) < 1 \text{ при } t_1 < t_{10} \le t \le t_{20} < t_2 \\ &P_0(t) \to 0{,}5 \text{ при } t_{20} \le t \to t_2 \end{aligned} \qquad (4.21)$$

Об интервале времени от t_{10} до t_{20} говорят, что он является **периодом расцвета** МР S. Для современного человека периодом расцвета, как известно, является интервал времени от t_{10} = 25 лет до t_{20} = 45 лет.

Вообще, как известно, материальные реальности из одних качественных состояний в другие переходят скачками. Именно по этой причине величины P и P_0 для каждой МР S и принимают вполне определенные дискретные значения.

Пусть n_0 — натуральное число, такое, что имеет место

$$(t_2 - t_1) = \sum_{i=0}^{n_0} (t_{i+1} - t_i),$$

где t_i и t_{i+1} — начало и конец интервала времени, в течение которого имеют место:

$$M_{j0}(t_i) = M_{j0}(t) \text{ при } t_i \le t < t_{i+1};\ j = 1..n;\ i = 1..n_0 \qquad (4.22)$$

и

$$\Delta_j(t_i) = \Delta_j(t) \text{ при } t_i \le t < t_{i+1};\ j = 1..n;\ i = 1..n_0 \qquad (4.23)$$

Из (4.18), (4.19), (4.22) и (4.23) имеем

$$\Delta_j(t_i) = (1 - P(t_i))\ M_{j0}(t_i) \text{ при } t_i \leq t < t_{i+1};\ j = 1..n;\ i = 1..n_0, \qquad (4.24)$$

где

$$P(t_i) = P(t) \text{ при } t_i \leq t < t_{i+1};\ i = 1..n_0$$

Итак, в каждый момент времени $t = t_0$ $(t_1 \leq t_{i1} \leq t_0 \leq t_{i2} \leq t_2;$ $i = 1..n_0)$ МР S может находиться в одном из возможных её состояний: от нормального до неопределенного. При этом чем ее состояние в момент времени $t = t_0$ будет хуже, тем меньше будет величина $P = P(t_0)$ и, следовательно, согласно (3.33) и (4.24), тем большими будут величины

$$\Delta_j(t_0);\ j = 1..n \qquad (4.25)$$

Самыми большими эти величины будут при $P(t_0) = 0{,}5$, т. е. когда МР S будет находиться в состоянии неопределенности. А самыми маленькими эти величины будут при $P = P_0 \approx 1$.

Как видно, величины (4.25) всецело зависят от фактического состояния МР S. В этом и состоит принципиальное различие этих величин от величин

$$\Delta y_j;\ j = 1..n,$$

где Δy_j — абсолютная ошибка измерительного прибора величины $y_j \in Y$, используемого **внешним наблюдателем**;

Величина Δy_j, как известно, никак не связана с фактическим состоянием МР S.

Итак, признавая справедливой зависимость (4.12), тем самым мы признаем, что справедливыми являются следующие положения:

1. С помощью системных единиц измерения в МР S принимаются наиболее адекватные решения, которые являются наиболее адекватными с точки зрения сохранения целостности МР S.

2. Из одних качественных состояний в другие материальные реальности переходят скачками. В противном случае величины P и P_0 не были бы дискретными.

3. Чем более точные измерения производятся в МР S, тем большими являются величины P и P_0. И наоборот, чем большими являются величины P и P_0, тем точнее производятся измерения в МР S. Самые точные измерения в МР S производятся при $P = P_0 \approx 1$.

Измерения, производимые в МР S, в том случае, когда $P = P_0 = 0{,}5$, являются точными в той мере, в какой эти измерения являются ошибочными.

Иными словами, в том случае, когда имеет место $P = P_0 = 0{,}5$, в МР S не происходят никакие измерения. Никакие измерения не происходят, например, в трупе.

Выводы, сделанные выше, являются логичными. Следовательно, есть все основания считать объективной закономерностью природы следующее положение:

«Фактическое состояние каждой МР S определяется по данным, которые получены путем измерения ее первичных показателей качества функционирования в *системных единицах.*

Системные единицы измерения первичных показателей качества функционирования каждой МР S, со своей стороны, определяются по фактическому состоянию этой МР, и они таковы, что в любой момент времени $t = t_0$ $(t_1 \leq t_0 \leq t_2)$ имеет место

$$\frac{\Delta_j}{M_{j0}} = (1 - P) \text{ для всех } j = 1..n,$$

где

t_1 — время возникновения МР S;

t_2 — время исчезновения МР S;

Δ_j — системная единица измерения j-го первичного показателя качества функционирования МР S в момент времени $t = t_0$;

M_{j0} — общая точечная норма j-го первичного показателя качества функционирования МР S в момент времени $t = t_0$;

Р — вероятность познания истины в МР S в момент времени $t = t_0$.

n — количество первичных показателей качества функционирования МР S в момент времени $t = t_0$».

Согласно этому закону, каждая величина Δ_j является тем большей, чем большей является величина M_{j0} и меньшей является величина Р.

Вообще, согласно настоящему закону, системные единицы измерения являются наименьшими в том случае, когда выполняется условие

$$P = P_0 = P^*,$$

т. е. когда МР S находится в нормальном состоянии в общепринятом смысле,
где P^*— заданная доверительная вероятность: $P^* \geq 0{,}95$.

Следовательно, наиболее точные измерения с помощью системных единиц производятся именно в этом случае. Во всех других случаях измерения, производимые с помощью системных единиц, являются тем менее точными, чем ближе к 0,5 величина Р.

Следует отметить, что в наших публикациях последних 15 лет второй закон гармонии природы излагался так:

«Первичные показатели качества функционирования каждой МР S в любой момент времени $t = t_0$ $(t_1 \leq t_0 \leq t_2)$ имеют равное количество друг от друга различаемых — воспринимаемых — значений, т. е. в МР S всегда выполняется условие

$$m_j = m \text{ для всех } j = 1..n,$$

где

t_0 — фиксированное значение t;

t_1 — время возникновения ЦС S: t_1 −∞;

t_2 — время исчезновения ЦС S: $t_2 < +\infty$;

m_j — количество значений величины $y_j \in Y$, которые в момент времени $t = t_0$ в МР S различаются друг от друга;

Y — генеральная совокупность первичных показателей качества функционирования МР S в момент времени $t = t_0$;

M — фиксированное значение m_j:

$$m = 3, 4, 5, .., m_0;$$

m_0 — значение m для возможного нормального состояния МР S в момент времени $t = t_{0:}$ $m_0 < \infty$;

n — объем Y: $2 \leq n < \infty$».

Как видно, в основе обеих редакций второго закона лежит положение, выраженное зависимостью (4.12). Это означает, что новой редакцией закона не меняется его прежняя сущность. Вместе с тем в новой редакции, во-первых, отсутствует такое малопонятное словосочетание, как «Количество воспринимаемых значений».

Во-вторых, а это главное, в новой редакции закона на первый план выдвинута самая важная зависимость. Речь идет о зависимости, которая системные единицы измерения связывает с величиной P.

Согласно вышеуказанной зависимости, в том случае, когда $P = P_0$, системные единицы измерения первичных показателей качества функционирования МР S являются **наименьшими**. С помощью наименьших единиц измерения первичные показатели качества функционирования МР S устанавливаются наиболее точно. В итоге решения, принимаемые в МР S по наиболее точным данным, являются наиболее обоснованными.

Во всех других случаях с помощью системных единиц измерения первичные показатели качества функционирования МР S измеряются тем менее точно, чем ближе величина P к 0,5.

А в том случае, когда P = 0,5, в МР S практически не производятся никакие измерения.

В итоге в том случае, когда P ≥ 0,95, в MP S всегда принимаются наиболее обоснованные решения, а в том случае, когда P = 0,5, в ней принимаются решения, которые являются обоснованными в той мере, в какой они являются необоснованными.

Вот почему в теле здорового человека всегда имеется наивысший порядок, а в теле покойного практически нет никакого порядка!

Второй закон гармонии природы первоначально мы назвали как закономерность сохранения количества воспринимаемых значений [28]. Однако более подробное изучение проблемы показало, что его следует назвать **закономерностью внутрисистемной гармонии**. Обоснование этого названия приводится в конце параграфа 4.4.

Зависимость (4.12), как указывалось выше, является справедливой в том и только в том случае, когда первичные показатели качества функционирования MP S измеряются в системных единицах (4.7).

Следовательно, признавая справедливой закономерность внутрисистемной гармонии, тем самым мы признаем, что **первичные показатели качества функционирования MP S действительно измеряются в системных единицах (4.7).**

Философский вариант второго закона гармонии выглядеть так:

«**Фактическое состояние каждой материальной реальности определяется по совокупности данных, которые в момент обследования материальной реальности получены путем измерения ее первичных показателей качества функционирования в *системных единицах*.**

Системные единицы измерения первичных показателей качества функционирования каждой материальной реальности, со своей стороны, определяются по фактическому состоянию материальной реальности в момент ее обследования, и они являются тем меньшими, чем в этот момент времени меньшими являются точечные нормы первичных показателей качества функционирования материальной реальности и большей является вероятность познания истины в ней».

Следует отметить, что этот вариант второго закона гармонии впервые было изложено в главе 10 нашей работы [78].

4.4 Число степеней свободы МР S и ее функциональных элементов

Обозначим

$$B_j = \{b_{j\lambda};\lambda = 1..N_j\};\ j = 1..n, \tag{4.26}$$

где

$$b_{j\lambda};\ \lambda = 1..N_j;\ j = 1..n$$

— значения величин (4.8), такие, что

$$b_{j\lambda} \in [M_{j0}, a_j];\ \lambda = 1..N_j;\ \ j = 1..n \tag{4.27}$$

Согласно (4.26) и (4.27), множества

$$B_j;\ \ j = 1..n \tag{4.28}$$

составлены теми значениями величин (4.8), которые в момент времени $t = t_0$ ($t_1 \le t_0 \le t_2$) в МР S являются допустимыми. Назовем их множествами допустимых значений величин (4.8).

Обозначим

$$K_j = (N_j - 1);\ \ j = 1..n \tag{4.29}$$

На каждое множество B_j наложено одно единственное ограничение. Оно состоит в том, что все числа этого множества являются допустимыми значениями величины y_j. Следовательно, каждая величина K_j, согласно (4.29), является **числом степеней свободы** множества B_j.

Каждое множество чисел B_j реализовано вполне определенной совокупностью средств МР S. Эта совокупность средств, как было показано в параграфе 2.1, представляет собой j-ый функциональный элемент МР S.

Принимая во внимание вышеизложенное, о величинах

$$K_j;\ j = 1..n$$

можно говорить, что они являются числами степеней свободы функциональных элементов МР S в момент времени $t = t_0$.

Из (4.10) и (4.27) имеем

$$m_j = (N_j + 1);\ j = 1..n \tag{4.30}$$

А согласно (4.29) и (4.30), имеет место

$$K_j = (m_j - 2);\ \ j = 1..n \tag{4.31}$$

Отсюда и из (4.12) получаем

$$K_j = K \text{ для всех } j = 1..n, \tag{4.32}$$

где

$$K = (m - 2) \tag{4.33}$$

Как видно, величина K является характеристикой всей МР S. Назовем ее **числом степеней свободы МР S**.

Согласно (4.14) и (4.33), имеет место

$$K = \frac{P}{1-P} \tag{4.34}$$

Из таблицы 4.1 видно, что величина K является тем большей, чем больше вероятность фактического познания истины МР S. Точнее, принимая во внимание, что вообще

$$0{,}5 \le P < 1,$$

из (4.34) получаем

$$K \to \infty \text{ при } P \to 1$$

Таблица 4.1

Зависимость числа степеней свободы МР S от вероятности фактического познания истины в ней

P	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,99	0,999	0,9999
K	1	2	3	4	9	19	99	999	9999

При этом

$$1 \le K < \infty$$

Таким образом, для любой МР S величина K является ограниченной как сверху, так и снизу.

Обозначим

$$K = K_0 \text{ при } P = P_0$$

Отсюда и из (4.32) получаем:

$$K_j = K_0 \text{ при } P = P_0;\ j = 1..n$$

О величине K_0 говорят, что она является наибольшим возможным числом степеней свободы МР S в момент времени $t = t_0$.

Как видно, числа степеней свободы функциональных элементов МР S являются наибольшими только в том случае, когда МР S находится в нормальном состоянии. Это именно тот случай, когда верхние органы управления живого организма, как указывалось в параграфе 1.4, не вмешиваются в работу его нижних уровней!

Вообще, согласно (4.34), имеет место

$$K = K_0 \Leftrightarrow P = P_0,$$

т. е. число степеней свободы самой МР S является наибольшим тогда и только тогда, когда она находится в нормальном состоянии.

Согласно (4.31) и (4.32), имеет место

$$m_j = (K + 2) \text{ для всех } j = 1..n$$

Отсюда и из (4.30) находим

$$N_j = (K + 1) \text{ для всех } j = 1..n \qquad (4.35)$$

4.5 Мера внутрисистемной гармонии А. А. Хускивадзе и здоровая среда существования ЦС

Пусть МР S в момент времени $t = t_0$ является нормальной целостной системой, и следовательно, имеет место равенство (4.16).

Равенство (4.16) выполняется всегда, когда

$$M_j = M_{j0};\ S_j = S_{j0} \text{ и } N_j = N_{j0} \text{ для всех } j = 1..n \qquad (4.36)$$

Однако обратное утверждение неверно: если выполняется (4.16), то далеко не всегда выполняется условие (4.36).

Главная цель каждой МР S, как мы знаем, состоит в том, чтобы она была нормальной целостной системой. Для достижения этой цели достаточно выполнение условия (4.16), и нет необходимости выполнения условия (4.36). Тем не менее без рассмотрения состояния, в котором МР S находится, когда выполняется условия (4.36), не может быть речи о принятие обоснованных решений.

Дело в том, что состояние, в котором МР S находится, когда имеет место (4.36), является **критическим**; после него в МР S возникают проблемы, **противоположные** тем проблемам, которые существовали до этого состояния. Если, например, до критического состояния перед МР S стояла проблема увеличения величины y_j, то после этого состояния, как указывалось в параграфе 4.3, перед МР S возникнет противоположная проблема — уменьшения величины y_j.

Ниже мы будем полагать, что условие (4.36) всегда выполняется. В этом случае, во-первых, будет справедливой зависимость (4.16). Во-вторых, в этом случае можно воспользоваться **шкалой отношений**. Эта шкала, как мы знаем, позволяет оперировать всей совокупностью арифметических операций**.**

Обозначим

$$\delta_j = \sqrt{\left(\frac{1}{N_{j0}} + \frac{1}{N_j}\right)\frac{\left(N_{j0}S_{j0}^{\,2} + N_jS_j^{\,2}\right)}{\left(N_{j0} + N_j - 2\right)}} \text{ и } \tau_j = \tau(P, (N_{j0} + N_j - 2));\ j = 1..n,$$

где τ_j — критическое значение критерия Стьюдента при доверительной вероятности P и степени свободы $(N_{j0} + N_j - 2)$.

Отсюда и из (4.16) и (4.36) получаем

$$\delta_j = \delta_{j0} \text{ и } \tau_j = \tau_{j0};\ j = 1..n,$$

где

$$\delta_{j0} = S_{j0}\sqrt{\frac{2}{N_{jo} - 1}} \text{ и } \tau_{j0} = \tau(P_0,\ 2(N_{j0} - 1)). \tag{4.37}$$

Обозначим через α_0 значение α такое, что

$$\alpha = \alpha_0 \text{ при } P = P_0$$

Отсюда и из (3.32) получаем

$$\alpha_0 = (1 - P_0) \tag{4.38}$$

Согласно (2.32) и (3.1), имеет место

$$\frac{\sigma_{j0}}{M_{j0}} = \alpha_0 \text{ для всех } j = 1..n, \tag{4.39}$$

где

$$\sigma_{j0} = \delta_{j0}\tau_{j0} \tag{4.40}$$

Из (4.34) и (4.35) получаем

$$N_j = \frac{1}{1 - P};\ j = 1..n \tag{4.41}$$

Отсюда и из (4.16) и (4.36) находим

$$(N_{j0} - 1) = \frac{1}{1 - P_0};\ j = 1..n \tag{4.42}$$

Из (4.37), (4.40) и (4.42) имеем

$$\sigma_{j0} = S_{j0}\sqrt{\frac{2\left(1-P_0\right)}{P_0}}\,\tau(P_0\,,\ \frac{2\,P_0}{1-P_0});\ j=1..n \qquad (4.43)$$

Наконец из (4.38), (4.39) и (4.43) получаем

$$\frac{S_{j0}}{M_{j0}} = \frac{1}{\tau\left(P_0,\ \dfrac{2\,P_0}{1-P_0}\right)}\sqrt{\frac{\left(1-P_0\right)P_0}{2}}\ \text{ для всех } j = 1..n \qquad (4.44)$$

Обозначим

$$h_0 = 1 - \frac{1}{\tau\left(P_0,\ \dfrac{2\,P_0}{1-P_0}\right)}\sqrt{\frac{\left(1-P_0\right)P_0}{2}} \qquad (4.45)$$

Из (4.44) и (4.45) имеем

$$\frac{S_{j0}}{M_{j0}} = (1 - h_0) \text{ для всех } j = 1..n \qquad (4.46)$$

Величина h_0, как видно из таблицы 4.2, является тем большей, чем больше P_0.

Таблица 4.2

Зависимость между величинами P_0 и h_0

P_0	0,5	0,6	0,7	0,9	0,95	0,99	0,999
h_0	0,325	0,514	0,655	0,87	0,92	0,97	0,993

Пусть h — некоторая величина, такая, что выполняется условие

$$h = h_0 \Leftrightarrow P = P_0 \qquad (4.47)$$

Принимая во внимание, что вообще

$$M_j = M_{j0} \text{ и } S_j = S_{j0} \text{ при } P = P_0;\ j = 1..n, \tag{4.48}$$

из (4.16), (4.45), (4.46) и (4.47) получаем

$$\frac{S_j}{M_j} = (1 - h) \text{ для всех } j = 1..n, \tag{4.49}$$

где

$$h = 1 - \frac{1}{\tau\left(P, \frac{2P}{1-P}\right)} \sqrt{\frac{(1-P)P}{2}} \tag{4.50}$$

При этом так как вообще

$$0{,}5 \le P \le P_0 < 1,$$

из (4.45) и (4.50) получаем

$$0{,}325 \le h \le h_0 < 1 \tag{4.51}$$

Для того чтобы живой организм находился в нормальном состоянии, он в первую очередь должен быть **здоровым**. Обратное утверждение, однако, неверно: если живой организм является здоровым, то он может находиться в нормальном состоянии, а может и нет. Все зависит от того, выполняется им или не выполняется какая-либо работа.

Отсюда смысл следующего положения.

Определение 4.2

Пусть для МР S в момент времени $t = t_0$ выполняется условие (4.49).

Тогда и только тогда говорят, что внутренняя среда существования МР S в момент времени $t = t_0$ является здоровой.

Можно показать, что если МР S в момент времени $t = t_0$ находится в нормальном состоянии, то ее внутренняя среда существования в этот момент времени является здоровой.

В самом деле, если МР S находится в нормальном состоянии, то имеет место (4.16). С учетом этого из (4.46), (4.47) и (4.48) получаем, что

$$\frac{S_j}{M_j} = (1 - h) \text{ для всех } j = 1..n,$$

т. е. выполняется условие (4.49). Следовательно, внутренняя среда существования МР S, по определению 4.1, в момент времени $t = t_0$ является здоровой.

Согласно (4.49), имеет место

$$\frac{S_j}{M_j} = \frac{S_i}{M_i} \text{ для всех } j, i = 1..n, \tag{4.52}$$

т. е. в том случае, когда внутренняя среда МР S является здоровой, всеми ее функциональными элементами измерения выполняются с **одной и той же** относительной ошибкой.

Таким образом, в том случае, когда внутренняя среда МР S является здоровой, все ее функциональные элементы **действуют согласованно**. Они действуют согласованно с одной целью:

$$P \to P_0$$

Именно такая цель стоит перед функциональными системами организма спортсмена, когда последним выполняется упражнение. Все эти системы напрягаются должным образом для того, чтобы организм спортсмена в конце концов мог возвращаться в нормальное состояние.

Согласно (4.45) и (4.50), имеет место

$$P \to P_0 \Leftrightarrow h \to h_0$$

Как видно, чем величина h больше, тем больше P, т. е. тем фактическое состояние МР S ближе к ее нормальному состоянию.

О величине h говорят, что она является **мерой внутренней гармоний** МР S в момент времени $t = t_0$. А h_0 является

максимально возможным значением h для МР S в момент времени $t = t_0$.

Пара (P, P_0), согласно (4.47), является эквивалентной паре (h, h_0).

Следовательно, этой парой внутренняя гармония МР S характеризуется в той же мере, в какой мере внутренняя гармония МР S характеризуется парой (h, h_0).

Отсюда смысл названия второго закона гармонии «Закономерность внутрисистемной гармонии».

В медицине и биологии вместо словосочетания «Здоровая внутренняя среда МР» применяют словосочетание «Здоровый организм».

Зависимости (4.46) и (4.49) были установлены А. А. Хускивадзе в 2003 году. Впервые вопросы об особенностях здоровой внутренней среды целостной системы нами были рассмотрены в [89].

4.6 Закономерность Всемирной гармонии — третий закон гармонии природы

Каждая МР S, по определению 2.1, является системой пар

$$S_j;\ j = 1..n \tag{4.53}$$

Каждой парой S_j в МР S выполняется одна функция. Соответственно, ее качество функционированияв МР S определяется с одним первичным показателем y_j.

Положим, что в МР S выполняется условие

$$P_0 = 0{,}5 \tag{4.54}$$

и, следовательно, также имеет место

$$P = 0{,}5 \tag{4.55}$$

Из (4.14) и (4.55) имеем

$$m = 3$$

и в конечном счете, согласно (4.12),

$$m_j = 3;\ j = 1..n,$$

где m_j — количество друг от друга различаемых возможных значений величины y_j.

Как видно, в том случае, когда $P_0 = 0,5$, в МР S как целостной системе каждая величина y_j имеет три друг от друга различаемых возможных значения. Этими значениями, согласно (3.24) и (3.25), являются:

- минимально возможное значение $y_{jmin} = a_{jmin} = \Delta_j$;
- требуемое — оптимальное — значение $y_{j0} = M_{j0} = 2\Delta_j$;
- наибольшее возможное значение $y_{jmax} = a_{jmax} = (2M_{j0} - \Delta_j) = 3\Delta_j$.

Из этих трех значений в каждый момент времени $t = t_0$ в МР S рассмотрению подлежат только два. Ими являются либо

$$y_j = M_{j0} \text{ и } y_j = \Delta_j,$$

либо же

$$y_j = M_{j0} \text{ и } y_j = 3\Delta_j,$$

т. е. вообще имеет место

$$y_j = M_{j0}, \text{ либо } y_j = a_j,$$

где

$$a_j = \Delta_j \text{ при } y_j < M_{j0} \text{ и } a_j = 3\Delta_j \text{ при } y_j > M_{j0}$$

В итоге в том случае, когда выполняется условие (4.54), каждой парой S_j реализуется логика типа «Все» или «Ничего». Если имеет место $y_j = M_{j0}$, то «Все». А если $y_j = a_j$, то «Ничего».

Согласно М. А. Гайдесу, система, выполняющая одну единственную функцию и работающая по принципу «Все» или «Ничего», является **простейшей системой** [57].

Следуя М. А. Гайдесу, можно сказать, что каждая пара S_j, выполняющая одну единственную функцию и работающая по принципу «Все» или «Ничего», является **простейшей парой**. Эта пара, по определению 1.3, составлена из идеальных партнеров.

Итак, в том случае, когда имеет место (4.54), материальная реальность S составлена из одних простейших пар, т. е. она представляет собой самую простую систему.

Определение 4.3

Говорят, что МР S является **простейшей целостной системой**, если $P_0 = 0{,}5$. А если $P_0 > 0{,}5$, то МР S является тем более выраженной целостной системой, чем величина P_0 больше 0,5.

В том случае, когда

$$0{,}95 \leq P_0 < 1 \tag{4.58}$$

говорят, что МР S является выраженной целостной системой.

Сформулируем теперь Закономерность Всемирной гармонии — третий закон гармонии природы. Она выглядеть так:

«**Наша действительность представляет собой единство материальных реальностей с вполне определенными максимально возможными вероятностями целостности.**

Максимально возможная вероятность целостности материальной реальности, которая является простейшей целостной системой, всегда равна 0,5, т. е. она не меняется во времени.

Максимально возможная вероятность целостности любой другой материальной реальности меняется во времени. Наименьшей, т. е. равной 0,5, она является в начале периода становления и в конце периода старения материальной реальности. А на грани периодов становления и старения материальной реальности эта вероятность является большей 0,5. При этом она является тем большей, чем более выраженной целостной системой является материальная реальность.

Максимально возможная вероятность целостности биологических и других выраженных целостных систем близка к 1.

Все материальные реальности, включая материальные реальности, которые являются выраженными целостными системами, в конце концов становятся простейшими целостными системами».

Следует отметить, что Закон Всемирной гармонии уже доказал свое право на существование, А именно: он совместно с остальными двумя законами гармонии позволил нам создать два следующих очень важных способа:

1. **Способ определения естественного глобального оптимума**.

2. **Универсальный способ количественного измерения качества функционирования материальных реальностей живой и неживой природы.**

Это приводит к тому, что медицина, биология и социология отныне становятся такими же **точными науками**, какими являются математика, физика и современная инженерия.

Способы, указанные выше, изложены в главах 5 и 6 настоящей книги.

Естественные глобальные оптимумы, в отличие от обычных оптимумов, вырабатываются с учетом гармоничного сочетания интересов всех без исключения «заинтересованных сторон».

Задача их выработки решается всюду: как в живой, так и неживой природе. Ввиду этого, закономерности выработки естественных глобальных оптимумов являются самыми общими закономерностями гармонии природы.

Амиран Амиранович Хускивадзе
11.03.1975 – 30.01.2004

А. А. Хускивадзе работал в областях ядерной, атомной и молекулярной физики, в доказательной медицине и общей теории систем. В 2002–2003 годах его статьи публиковались в таких ведущих журналах по физике, как Journal of Physics B: Atomic, Molecularand Optical Physics и Physics review. Он является одним из авторов статьи Evolution of quantum algorithms for computer of reversible operators. NASA/DoD Conference on Evolvable Hardware (Alexandria, VA 2002).

В 2004 году ему посмертно присвоена степень доктора философии по физике. С 2005 года его имя «Амиран» носит одна из звезд созвездия Рыб.

Тот факт, что совокупность вышеперечисленных закономерностей позволяет определить естественные глобальные оптимумы, указывает на то, что эти закономерности составляют **полное множество**. Они составляют полное множество в том смысле, что их знание является необходимым и достаточным для определения естественных глобальных оптимумов. Следовательно, эти закономерности и должны способствовать выработке последних оптимумов.

То, что для выработки естественных глобальных оптимумов вполне достаточно знания одной вышерассмотренной тройки закономерностей, указывает на то, что именно эти **три закономерности являются самыми общими закономерностями гармонии природы**.

Существуют и другие закономерности гармонии природы [101–103]. Однако, как указывалось выше, для выработки естественных глобальных оптимумов вполне достаточно знания настоящих трех закономерностей.

В заключение отметим, что автором закона Всемирной гармонии является А. А. Хускивадзе. Первоначальная редакция этого закона, которая была сформулирована А. А. Хускивадзе в 2003 году, приведена в [75, 89]. В этих же работах рассмотрены первые варианты обоснования закона существования целостной системы и закона внутрисистемной гармонии.

Закон существования целостной системы и Закон внутрисистемной гармонии были установлены автором этих строк в 1983 году и впервые опубликованы в монографии [50]. Точнее, в этой книге приведены не сами законы существования целостной системы и внутрисистемной гармонии, а лишь обоснование зависимостей

$$\alpha + \beta = 1;\ 0 < \alpha \le 0{,}5$$

и

$$m_j = m \text{ для всех } j = 1..n$$

При этом по последней зависимости нами было сформулировано следующее положение:

«Способность противостояния разрушительным процессам каждой целостной системы закономерно проявляется в развитии в ней процессов, направленных на создание условий, при которых все показатели состояния данной системы будут иметь одни и те же количества различаемых значений, соответствующих той совокупности внешних и (или) внутренних возмущений, в ответ на которые эти процессы развиваются; это количество значений будет наибольшим, когда возмущения являются незначительными, а точнее, когда система продолжает нормальное функционирование, и будет наименьшим, когда возмущения настолько большие, что система как целое находится на грани разрушения (уничтожения)».

Это положение, как указывалось в параграфе (4.3), тогда мы назвали «Закономерностью сохранения количества воспринимаемых (друг от друга различаемых) значений в эмпирических целостных системах — Закон гармонии».

С этим названием нами тогда была подана заявка на открытие в Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий. Номер заявки: 11658. Дата ее регистрации: 13.10.1987.

ГЛАВА 5
СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ГЛОБАЛЬНОГО ОПТИМУМА. ИНДИВИДУАЛЬНАЯ НОРМА ЧЕЛОВЕКА

5.1 Постановка задачи

Исследованием глобального оптимума мы начали заниматься в конце семидесятых годов под научным руководством академика В. Б. Кудрявцева [96]. Позже нам пришлось сузить область исследования, ограничившись изучением лишь так называемого естественного глобального оптимума.

Понятие «Естественный глобальный оптимум (ЕГО)» впервые мы применили в работах [73, 104]. Под ЕГО нами понимается оптимум, который сформирован естественным образом в результате пересечения случайных и неслучайных процессов, происходящих в целостной системе S, когда она находится в нормальном состоянии.

Естественными глобальными оптимумами являются, например, точечные индивидуальные нормы человека. Это фактические значения показателей состояния организма человека, когда данные показатели находятся во вполне определенных пределах. Ими являются области статистических норм.

Вполне определенные статистические нормы имеют не только живые организмы. Такие нормы имеются у любой целостной системы.

В медицине и биологии области статистических норм, как известно, устанавливают по результатам обследования практически здоровых особей каждой половозрастной группы.

Возникают следующие вопросы:

1. Как области статистических норм устанавливаются в самой целостной системе?

2. Достаточно ли для определения областей статистических норм знания одних исходных данных о фактическом состоянии целостной системы? Если да, то как эти области можно установить?

Ниже мы отвечаем на эти вопросы.

5.2 Естественная задача многокритериальной оптимизации

Проблемы счета и измерения издавна привлекают внимание научного сообщества [105, 106]. Ниже эти проблемы рассматриваются с позиции синергетики. При этом, говоря об объектах управления (ОУ), в дальнейшем мы всегда будем иметь в виду анатомические элементы целостной системы.

Пусть МР S является целостной системой объектов управления (СОУ):

$$a(\mathrm{s});\ \mathrm{s} = 1..\mathrm{N};\ 2 \le \mathrm{N} < \infty, \tag{5.1}$$

где N — количество ОУ, которые служат анатомическими элементами СОУ S.

Обозначим

$$\mathrm{Y(s)} = \{\mathrm{y_j(s);\ j = 1..n(s)}\};\ \mathrm{s = 1..N}, \tag{5.2}$$

где

Y(s) — генеральная совокупность первичных показателей качества функционирования s-го ОУ СОУ S;

n(s) — объем Y(s):

Положим, что

$$1 \le \mathrm{n(s)} < \infty:\ \mathrm{s = 1..N}$$

и (5.3)

$$2 \le \mathrm{r} < \infty,$$

где

$$\mathrm{r} = \sum\nolimits_{\mathrm{s}=1}^{\mathrm{N}} \mathrm{n(s)}$$

Как было показано в параграфе (2.2), если $r=2$, то МР S является простейшей системой — **парой**. Любая другая МР является тем более **сложной** системой, чем больше r.

Пары, как мы знаем, являются «элементарными кирпичиками» нашей действительности. Это системы, в которых реализуется логика типа «Все» или «Ничего». В итоге получаемое решение всегда является **окончательным** и поэтому **самым важным**.

Следовательно, если мы хотим изучать нашу действительность должным образом, то мы должны изучать не только сложные, но и простые системы. Отсюда смысл записи:

$$2 \leq r < \infty$$

Эта запись указывает на то, что изучению подлежат любые целостные системы, как простые, так и сложные.

Пусть

$$Y = \{y_j;\ j = 1..n\} \tag{5.4}$$

— генеральная совокупность первичных показателей качества функционирования СОУ S.

Ясно, что

$$Y(s) \subseteq Y;\ s = 1..N \tag{5.5}$$

Пусть

$$B_j(s) = \{b_{j\lambda}(s);\ \lambda = 1..N_j(s)\};\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \tag{5.6}$$

— результаты обследования объектов управления СОУ S, где $N_j(s)$ — объем $B_j(s)$.

Обозначим

$$M_j(s) = \frac{1}{N_j(s)} \sum_{\lambda=1}^{N(s)} b_{j\lambda}(s) \text{ и } S_j(s) = \sqrt{\frac{1}{N_j(s)} \sum_{s=1}^{N} \left(b_{j\lambda}(s) - M_j(s)\right)^2}; \tag{5.7}$$

$$j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

Пусть множество объектов управления (5.1) таково, что выполняются следующие условия:

1. Имеют место

$$0 < M_j(s) < \infty \text{ и } 0 < S_j(s) < \infty\text{: } j = 1..n(s);\ s = 1..N \tag{5.8}$$

2. Существуют величины

$$M_{j0};\ j = 1..n, \tag{5.9}$$

такие, что

$$0 < M_{j0} < \infty;\ j = 1..n \tag{5.10}$$

3. Справедлива зависимость

$$M_j(s) = M_{j0} \Leftrightarrow M_i(s) = M_{i0} \text{ для всех } j, i = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N \tag{5.11}$$

В том случае, когда выполняется условие (5.11), цели

$$M_j(s) \to M_{j0};\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

могут быть достигнуть **совместно и только совместно**.

В итоге перед всеми объектами управления, которые связаны между собой зависимостью (5.11), будет стоять **общая цель:**

$$M_j(s) \to M_{j0} \text{ для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N \tag{5.12}$$

Это та цель, ради достижения которой все ОУ (5.1) **вынуждены действовать согласованно.**

Определение 5.1

Пусть совокупность ОУ (5.1) такая, что выполняются условия (5.10) и (5.11).

Тогда и только тогда говорят, что величины (5.9) являются **общими естественными глобальными оптимумами** первичных показателей качества функционирования СОУ S и ее объектов управления.

Обозначим

$$X_0 = \{M_{j0}; j = 1..n\} \tag{5.13}$$

Задача определения X_0, как было показано во Введении, непременно стоит перед каждой целостной системой как живой, так и неживой природы. Она является **естественной задачей многокритериальной оптимизации**.

5.3 Решение естественной задачи многокритериальной оптимизации

5.3.1 Мера гармонии сосуществования с окружающей средой

Обозначим

$$\begin{aligned}
N_j &= \sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\,;\ j = 1..n \\
M_j &= \frac{1}{N_j}\sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\ M_j(s)\,;\ j = 1..n \\
S_j &= \frac{1}{N_j}\sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\ S_j(s)\,;\ j = 1..n \\
m_j &= \frac{1}{N_j}\sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\ m_j(s)\,;\ j = 1..n,
\end{aligned} \tag{5.14}$$

где

$$\tau_j(s) = 1 \text{ при } y_j(s) > 0 \text{ и } \tau_j(s) = 0 \text{ при } y_j(s) = 0$$

и

$$m_j(s) = \frac{S_j(s)}{\sqrt{N_j(s)}}$$

Величины

$$M_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \tag{5.15}$$

являются обычными групповыми среднеарифметическими.

Следовательно, величины

$$M_j;\ j = 1..n \tag{5.16-1}$$

согласно (5.14), являются среднеарифметическими групповыми среднеарифметическими.

Аналогично, величины

$$S_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

являются групповыми среднеквадратическими отклонениями, а величины

$$S_j;\ j = 1..n \tag{5.16}$$

являются среднеарифметическими отклонениями групповых среднеарифметических отклонений.

О величинах

$$m_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

и

$$m_j;\ j = 1..n$$

говорят, что они являются усредненными ошибками арифметических средних.

Согласно (5.1), (5.3), (5.8) и (5.14) имеют место:

$$0 < M_j < \infty;\ 0 < S_j < \infty \ \text{ и } \ 2 \le N_j < \infty;\ j = 1..n \tag{5.17}$$

Пусть

$$0 < S_{j0} < \infty;\ j = 1..n \tag{5.18}$$

– значения величин (5.16), такие что

$$S_j = S_{j0} \text{ при } P = P_0;\ j = 1..n$$

В параграфе (5.3.4) мы увидим, что всегда выполняется условие:

$$S_{j0} = m_j;\ j = 1..n \tag{5.19}$$

Обозначим

$$h_j = \left(1 - \frac{S_j}{M_j}\right);\ j = 1..n. \tag{5.20}$$

Если

$$h_j = h_i \text{ для всех } i,j = 1..n, \tag{5.21}$$

то, из (4.49) и (5.20), получаем

$$h_j = h \text{ для всех } j = 1..n,$$

где

h — мера внутрисистемной гармонии СОУ S.

Во всех других случаях

$$h_j \neq h \text{ для всех } j = 1..n$$

Как видно, в том случае, когда выполняется условие (5.21), величина h_j служит мерой внутрисистемной гармонии СОУ S. Следовательно, эта величина для отдельно взятого каждого j-го функционального элемента СОУ S имеет такой же смысл, какой смысл величина h имеет для всего множества функциональных элементов этой системы.

О величине h_j можно говорить, что она является **мерой гармонии сосуществования j-го функционального элемента СОУ S со средой, окружающей его в этой СОУ**.

Обозначим

$$h_j(s) = 1 - \frac{m_j}{M_j - \left|M_j(s) - M_j\right|};\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \qquad (5.22)$$

Согласно (5.19) и (5.22) имеет место

$$h_j(s) = 1 - \frac{S_{j0}}{M_j - \left|M_j(s) - M_j\right|};\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \qquad (5.23)$$

Отсюда и (5.20) имеем

$$h_j(s) = h_j \text{ при } M_j(s) = M_j \text{ и } S_j = S_{j0};\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

Как видно, условие

$$h_j(s) = h_j;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

выполняется только в том случае, когда

$$M_j(s) = M_j;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

Этот факт указывает на то, что для каждого отдельно взятого s-го ОУ величина $h_j(s)$ имеет такой же смысл, какой смысл имеет величина h_j для j-го функционального элемента СОУ S.

Каков все же смысл величин

$$h_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \qquad (5.24)$$

Каждая величина $M_j(s)$, согласно (5.6) и (5.7), определяется по данным:

$$B_j(s) = \{b_{j\lambda}(s);\ \lambda = 1..N_j(s)\}$$

Вместе с тем, каждая величина M_j, согласно (5.14), определяется по всей совокупности данных:

$$B_j(s) = \{b_{j\lambda}(s);\ \lambda = 1..N_j(s)\};\ s = 1..N$$

Следовательно, согласно закону больших чисел, должно иметь место:

$$|M_j(G) - M_j(s)| \geq |M_j(G) - M_j|;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N,$$

где

$$M_j(G);\ j = 1..n$$

– совокупность данных, с помощью которой, в конечном счете, определяется **истинное** фактическое состояние СОУ S.

Как видно, каждая величина $M_j(G)$ более близка к величине M_j, чем к $M_j(s)$.

В итоге, состояние, которое определяется совокупностью величин

$$M_j;\ j = 1..n$$

является **более близким к истинному фактическому состоянию СОУ S**.

Следовательно, в том случае, когда

$$M_j(s) = M_j \text{ для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N, \qquad (5.25)$$

совокупностью величин

$$M_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

будет определяться состояние более близкое к истинному фактическому состоянию СОУ S. Но в том случае, когда выполняется условие (5.25), согласно (5.20) и (5.23), будет иметь место равенство:

$$h_j(s) = h_j;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N,$$

в то время, как во всех других случаях будет иметь место:

$$h_j(s) < h_j;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

Таким образом, вообще

$$h_j = \max\{h_j(s);\ s = 1..N\};\ j = 1..n \qquad (5.26)$$

Как видно, величины

$$h_j;\ j = 1..n \qquad (5.27)$$

являются наибольшими возможными значениями величин (5.24).

При этом величины (5.24) свои наибольшие возможные значения принимают только для **типичных представителей функциональных элементов СОУ S**. Это те элементы, которые совместно определяют сущность — **назначение** — СОУ S.

Принимая во внимание вышеизложенное, о величине $h_j(s)$ можно говорить, что она является **мерой гармонии сосуществования j-го функционального элемента s-го ОУ со средой, окружающей его в СОУ S**.

5.3.2 Определение обших естественных глобальных оптимумов

Согласно (4.46) и (5.23), имеет место

$$h_j(s) = h_0 < 1, \text{ если } M_j(s) = M_j = M_{j0}$$

и $$j = 1..n(s);\ s = 1..N \qquad (5.28)$$

$$h_j(s) \le h_0 < 1 \text{ — во всех других случаях,}$$

т. е. вообще

$$0 < h_j(s) \le h_0 < 1;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \qquad (5.29)$$

Согласно (5.14), (5.23) и (5.29), имеют место:

$$\begin{aligned} h_{min} &= \min(h_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N) = \\ &= \min\{h_j(s);\ j = 1..n;\ s = 1..N\} = \\ &= \min\{(h_{jmin};\ j = 1..n\} \end{aligned} \qquad (5.30)$$

и

$$h_{max} = \max(h_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N) = \\ = \max(\tau_j(s)\ h_j(s);\ j = 1..n;\ s = 1..N) = \\ = \max\{h_{jmax};\ j = 1..n\}, \tag{5.31}$$

где

$$h_{jmin} = \min\{h_j(s);\ s = 1..N\};\ j = 1..n \tag{5.32}$$

и

$$h_{jmax} = \max\{\tau_j(s)\ h_j(s);\ s = 1..N\};\ j = 1..n \tag{5.33}$$

Можно доказать, что во всех случаях, когда имеет место

$$M_{j0} = \frac{S_{j0}}{1-h_{jmin}};\ j\ =\ 1..n, \tag{5.34}$$

будут выполняться условия (5.10) и (5.11).

В самом деле, согласно (5.29) и (5.32), имеет место

$$0 < h_{jmin} < 1;\ j = 1..n$$

С учетом этого из (5.18) и (5.34) имеем

$$0 < M_{j0} < \infty;\ j = 1..n,$$

т. е. получаем (5.10).

Из (4.46) и (5.34) находим

$$h_{jmin} = h_0;\ j = 1..n \tag{5.35}$$

А вообще, согласно (5.29), (5.32) и (5.33), имеет место

$$h_{jmin} \le h_{jmax} \le h_0;\ j = 1...n$$

С учетом этого из (5.35) получаем

$$h_{jmin} = h_{jmax};\ j = 1..n$$

и, следовательно,

$$\{h_{jmin}; j = 1..n\} = \{h_{jmax}; j = 1..n\}$$

Отсюда и из (5.30) и (5.31) имеем

$$\min\{h_j(s); j = 1..n(s); s = 1..N\} = \max(h_j(s); j = 1..n(s); s = 1..N\},$$

т. е. вообще, согласно (5.29), имеет место:

$$h_j(s) = h_0 \text{ для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N \tag{5.36}$$

Условие (5.36) выполнимо тогда и только тогда, когда

$$h_j(s) = h_0 \leftrightarrow h_i(s) = h_0 \text{ для всех } i, j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N$$

Отсюда и из (4.46) и (5.23) находим

$$M_j(s) = M_{j0} \leftrightarrow M_i(s) = M_{i0} \text{ для всех } i, j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N,$$

т. е. получаем (5.11).

Итак, выполняются как условие (5.10), так и условие (5.11). Следовательно, величины (5.9), установленные с помощью (5.34) по данным

$$M_j(s); S_j(s) \text{ и } N_j(s) < \infty: j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N, \tag{5.37}$$

являются общими естественными глобальными оптимумами первичных показателей качества функционирования СОУ S и ее объектов управления.

Настоящее доказательство впервые было приведено в [107].

5.3.3 Простейший способ определения общих естественных глобальных оптимумов

Теперь можно показать, что условие (5.19) действительно выполняется.

Обозначим

$$M_j^*(s) = M_j - |M_j(s) - M_j|;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \qquad (5.38)$$

Отсюда и из (5.22) получаем

$$h_j(s) = 1 - \frac{m_j}{M_j^*(s)};\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \qquad (5.39)$$

Соотношение (5.39) справедливо для любого n(s), включая n(s) = n, где

$$n = \max\{n(s);\ s = 1..N\}$$

В случае, когда n(s) = n, соотношение (5.39) примет вид:

$$h_j(s) = 1 - \frac{m_j}{M_j^*(s)};\ j = 1..n;\ s = 1..N$$

Отсюда и из (5.32) имеем

$$h_{jmin} = 1 - \frac{m_j}{\min\{M_j^*(s);\ s = 1..N\}};\ j = 1..n \qquad (5.40)$$

и, в конечном счете, согласно (5.34),

$$\frac{m_j}{M_j^*} = \frac{S_{j0}}{M_{j0}};\ j = 1..n, \qquad (5.41)$$

где

$$M_j^* = \min\{M_j^*(s);\ s = 1..N\}, \qquad (5.42)$$

Вообще, из (5.28) имеем

$$h_j(s) = h_0 \leftrightarrow M_j(s) = M_{j0};\ j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N \qquad (5.43)$$

Вместе с тем из (5.29), (5.38), (5.39) и (5.42) находим

$$h_j(s) = h_0 \leftrightarrow M_j(s) = M_j^*;\ j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N \qquad (5.44)$$

В итоге, из (5.43) и (5.44) получаем

$$M_j(s) = M_{j0} \leftrightarrow M_j(s) = M_j^*;\ j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N$$

Следовательно, вообще

$$M_{j0} = M_j^*;\ j = 1..n \tag{5.45}$$

Отсюда и из (5.41) имеем

$$S_{j0} = m_j;\ j = 1..n$$

т. е. получаем (5.19), что и требовалось доказать.

Из (5.14) и (5.19) имеем

$$S_{j0} = \frac{1}{N_j}\sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\, m_j(s)\,;\ j = 1..n \tag{5.46}$$

Итак, мы установили способ количественного определения важнейших величин:

$$S_{j0};\ j = 1..n \tag{5.47}$$

Из (5.42) и (5.45) находим:

$$M_{j0} = \min\{M_j^*(s);\ s = 1..N\};\ j = 1..n \tag{5.48}$$

В итоге, теперь общесистемные естественные глобальные оптимумы можно установить, как с помощью формулы (5.34), так и с помощью формулы (5.48).

Для установления общесистемных естественных глобальных оптимумов с помощью формулы (5.48), согласно (5.14), достаточно знания одних данных:

$$\tau_j(s) \text{ и } M_j(s);\ j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N \tag{5.49}$$

Вместе с тем для установления тех же общесистемных естественных глобальных оптимумов с помощью формулы (5.34), согласно

(5.14), (5.19) и (5.22), кроме данных (5.49), так же требуется знание данных:

$$S_j(s);\ j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N$$

Следовательно, при установлении общесистемных естественных глобальных оптимумов с помощью формулы (5.48) мы допустим меньшее количество ошибок.

Как видно, формула (5.48) является не только наглядной, но и простой.

5.3.4 Определение групповых и индивидуальных естественных глобальных оптимумов

Обозначим

$$A_j = [M_{j0} - \Delta_j,\ M_{j0} + \Delta_j];\ j = 1..n, \tag{5.50}$$

где Δ_j — **системная единица измерения** величины y_j, используемая в СОУ S в момент ее обследования:

$$\Delta_j = (1 - P) * M_{j0};\ j = 1..n \tag{5.51}$$

Отсюда при $P = P_0$ имеем

$$A_{j0} = [M_{j0} - \Delta_{j0},\ M_{j0} + \Delta_{j0}]:\ j = 1..n,$$

где

$$\Delta_{j0} = (1 - P_0) * M_{j0};\ j = 1..n$$

Обозначим

$$\begin{aligned} &M_{j0}(s) = M_j(s) \text{ при } M_j(s) \in A_{j0} \\ \text{и} \qquad & \qquad\qquad j = 1..n(s);\ s = 1..N \\ &M_{j0}(s) = M_{j0} \text{ при } M_j(s) \notin A_{j0} \end{aligned} \tag{5.52}$$

Каждая из величин

$$M_{j0}(s);\ j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N, \qquad (5.53)$$

как видно, всегда находится в пределах своей области статистической нормы A_{j0}.

О величинах (5.53) можно говорить, что они являются **точечными групповыми нормами** первичных показателей состояния объектов управления СОУ S в момент ее обследования.

Можно также сказать, что величины (5.53) являются **групповыми естественными глобальными оптимумами первичных показателей объектов управления СОУ S**.

Обозначим

$$\Delta_{j0}(s) = (1 - P_0) * M_{j0}(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

и

$$A_{j0}(s) = [M_{j0}(s) - \Delta_{j0}(s), M_{j0}(s) + \Delta_{j0}(s)];\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

С помощью соотношения

$$M_{j0}(\lambda,s) = b_{j\lambda}(s) \text{ при } b_{j\lambda}(s) \in A_{j0}(s)$$

и $\lambda = 1..N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$

$$M_{j0}(\lambda,s) = M_{j0}(s) \text{ при } b_{j\lambda}(s) \notin A_{j0}(s)$$

устанавливают **индивидуальные естественные глобальные оптимумы первичных показателей** состояния систем нижнего уровня СОУ S:

$$M_{j0}(\lambda,s);\ \lambda = 1..N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

Об этих величинах можно также говорить, что они являются **точечными индивидуальными нормами** первичных показателей состояния систем нижнего уровня СОУ S.

Индивидуальным естественным глобальным оптимумом является, например, артериальное давление человека в **норме**.

Как видно, для того, чтобы установить индивидуальные естественные глобальные оптимумы, в первую очередь, нам необходимо найти общие и групповые естественные глобальные оптимумы. Отсюда необходимость определения общих и групповых естественных глобальных оптимумов.

Как указывалось выше, индивидуальные естественные глобальные оптимумы всегда находятся в пределах статистической нормы, т. е. имеет место:

$$M_{j0}(\lambda,s) \in A_{j0}(s);\ \lambda = 1..N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \qquad (5.54)$$

Можно показать, что это вполне логично.

В самом деле, пусть имеет место:

$$M_{j0}(\lambda,s) \notin A_{j0}(s);\ \lambda = 1..N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

Тогда цели

$$b_{j\lambda}(s) \to M_{j0}(\lambda, s);\ \lambda = 1..N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

не будут служить подцелями общей цели:

$$b_{j\lambda}(s) \to M_{j0}(s) \text{ для всех } \lambda = 1..N_j(s) \text{ и } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N$$

В итоге, не будет существовать и сама целостная система S.

В заключение отметим, что, в отличие от цели

$$b_{j\lambda}(s) \to M_{j0}(s) \text{ для всех } \lambda = 1..N_j(s) \text{ и } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N,$$

цель

$$b_{j\lambda}(s) \to M_{j0}(\lambda,s) \text{ для всех } \lambda = 1..N_j(s) \text{ и } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N$$

является вполне реализуемой. Она реализуется всегда, когда СОУ S находится в нормальном состоянии.

5.4 Абсолютные ошибки эталонных естественных измерительных приборов

Первичными показателями качества функционирования материальных реальностей, как указывалось в главе 1, могут служить только определенные скалярные величины. Ими являются скалярные величины, которые устанавливаются либо путем измерения с помощью специального устройства, либо же путем исчисления в штуках.

Обозначим

$S_j^*(s) = \Delta y_j(s)$, если величину $y_j(s)$ устанавливают путем измерения

и $\qquad j = 1..n;\ s = 1..N \quad (5.55)$

$S_j^*(s) = 1$, если величину $y_j(s)$ устанавливают путем счета в штуках,

где

$\Delta y_j(s)$ — абсолютная ошибка устройства, с помощью которого величина $y_j(s)$ непосредственно устанавливается: $\Delta y_j(s) > 0$.

Как видно,

$$S_j^*(s) > 0;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

Об этих величинах говорят, что они являются **абсолютными ошибками естественных измерительных приборов** величин:

$$y_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

Как указывалось в главе 1, выборки

$$B_j(s) = \{b_{j\lambda}(s);\ \lambda = 1..N_j(s)\};\ j = 1..n(s);\ s = 1..N,$$

в конечном счете, устанавливаются естественными измерительными приборами.

Естественными измерительными приборами каждой величины $y_j(s)$ при каждом обследовании СОУ S служат вполне определенные материальные реальности. Ими являются материальные реальности, которые в этот момент времени являются **партнерами** j-го функционального элемента s-го ОУ СОУ S.

Назовем партнеры j-го функционального элемента s-го ОУ естественными измерительными приборами величины $y_j(s)$.

Тогда о величинах

$$S_j^*(s) > 0;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

можно говорить, что они являются **абсолютными ошибками естественных измерительных приборов** величин

$$y_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

Определение 5.2

Пусть имеет место:

$$S_j^*(s) = S_{j0}^* \ \text{для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N,$$

где

S_{j0}^* — значение $S_j^*(s)$, такое что

$$S_j^*(s) = S_{j0}^* \quad \text{при } P = P_0 \tag{5.56}$$

Тогда и только тогда говорят, что в СОУ S выполняется **условие равноточности измерений**.

Выполнение условия равноточности измерений, как мы знаем, является естественным требованием; в противном случае речь не может идти **о взаимной сопоставимости** величин

$$M_j(s);\ s = 1..N;\ j = j_0;\ j_0 = 1..n$$

Об измерительных приборах, для которых условие (5.56) выполняется, можно говорить, что они являются **эталонными**

естественными измерительными приборами первичных показателей качества функционирования ОУ СОУ S.

Можно показать, что в случаях, когда решение принимается по суммарным данным, всегда **полагают**, что оперируют именно эталонными измерительными приборами.

В самом деле, во время принятия решения в СОУ S, всегда оперируют среднеарифметическими величинами

$$M_j; \ j = 1..n$$

Следовательно, оперируют и суммами

$$\sum_{s=1}^{N} M_j(s) \ ; \ j = 1..n$$

А эти суммы, как указывалось выше, имеют смысл тогда и только тогда, когда величины (5.15) для каждого $j = j_0$ являются взаимно сопоставимыми, где j_0 — фиксированное значение j: $j_0 = 1..n$.
А взаимно сопоставимыми, как мы знаем, могут быть только величины, установленные с помощью равноточных измерительных приборов.

В итоге, оперируя вышеуказанными суммами, тем самым, фактически полагают, что каждая совокупность данных

$$b_{j\lambda}(s); \ \lambda = 1..N_j(s); \ s = 1..N$$

является установленной в результате равноточных измерений.

Иными словами, полагают, что суммируемые данные являются установленными с помощью эталонных измерительных приборов.

В итоге, в случаях, **когда решение принимается по суммарным данным**, всегда полагают, что соответствующие измерения выполнены с применением эталонных измерительных приборов. А в СОУ решения всегда принимаются именно по таким данным. Следовательно, в СОУ всегда оперируют именно эталонными измерительными приборами.

Итак, в СОУ всегда выполняется условие (5.56).

Можно показать, что

$$S^*_{j0} \approx S^*_j;\ j = 1..n, \qquad (5.57)$$

где

$$S^*_j = \frac{1}{\sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)} \sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\ S^*_j(s);\ j = 1..n \qquad (5.58)$$

В самом деле, согласно (5.14), имеет место:

$$\tau_j(s) = 1 \leftrightarrow y_j(s) > 0;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

С учетом этого зависимость (5.56) можно переписать в виде:

$$\tau_j(s)\ S^*_j(s) \approx \tau_j(s)\ S^*_{j0};\ j = 1..n;\ s = 1..N \qquad (5.59)$$

Суммируя обе стороны равенства (5.59) по всем $s = 1..N$, получим

$$\sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\ S^*_j(s) \approx S^*_{j0} \sum_{s=1}^{N} \tau_j(s);\ j = 1..n$$

Отсюда

$$S^*_{j0} = \frac{1}{\sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)} \sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\ S^*_j(s);\ j = 1..n \qquad (5.60)$$

и, в конечном счете, согласно (5.58),

$$S^*_{j0} \approx S^*_j;\ j = 1..n, \qquad (5.61)$$

т. е. получаем (5.57).

О величинах

$$S^*_{j0};\ j = 1..n$$

говорят, что они являются а**бсолютными ошибками эталонных естественных измерительных** приборов первичных показателей качества функционирования ОУ СОУ S.

5.5 Способ определения вероятности целостности СОУ

Обозначим

$$P_{min} = \min\{P_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N\}, \qquad (5.62)$$

где

$P_j(s)$ — значение P, такое, что

$$P_j(s) = P \leftrightarrow h_j(s) = h;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \qquad (5.63)$$

Величина $P_j(s)$ является вероятностью **познания истины** j-ым функциональным элементом s-го ОУ СОУ S.

О величине $P_j(s)$ также можно говорить, что она является вероятностью **целостности** j-го функционального элемента s-го ОУ СОУ S.

О величине P_{min} можно говорить, что она является **вероятностью целостности самого слабого звена** СОУ S.

Согласно (4.50), имеет место

$$P = P_{min} \leftrightarrow h = h_{min} \qquad (5.64)$$

Согласно первому закону гармонии, вероятность целостности СОУ S равна вероятности целостности ее самого слабого звена, т. е. имеет место

$$P = P_{min}, \qquad (5.65)$$

Из (5.64) и (5.65) имеем

$$h = h_{min} \qquad (5.66)$$

Отсюда и из (4.50) имеем

$$h_{min} = 1 - \frac{1}{\tau\left(P,\ \dfrac{2P}{1-P}\right)}\sqrt{\frac{(1-P)P}{2}}, \qquad (5.67)$$

где

$\tau\,(P,\ \dfrac{2P}{1-P})$ — критическое значение критерия Стьюдента, когда заданными выступают:

1. Доверительная вероятность P.
2. Число степеней свободы K:

$$K = \text{round}\,(\frac{2P}{1-P},\ 0)$$

Следовательно, оперируя зависимостями (5.14), (5.22), (5.30) и (5.67), всегда можно определить величину P.

5.6 Способ определения максимально возможной вероятности целостности СОУ

Согласно (5.29) и (5.31), имеет место

$$h_0 = h_{max}$$

Отсюда и из (4.45) получаем

$$h_{max} = 1 - \frac{1}{\tau\left(P_0,\ \dfrac{2P_0}{1-P_0}\right)}\sqrt{\frac{\left(1-P_0\right)P_0}{2}}, \qquad (5.68)$$

где

$\tau\left(P_0,\ \dfrac{2P_0}{1-P_0}\right)$ — критическое значение критерия Стьюдента, когда заданными являются:

1. Доверительная вероятность P_0.
2. Число степеней свободы K:

$$K = \text{round}\,(\frac{2P_0}{1-P_0},\ 0)$$

Следовательно, оперируя зависимостями (5.14), (5.22), (5.31) и (5.68), всегда можно определить величину P_0.

5.7 Способ определения вероятности достоверности исходных данных обследования СОУ

Обозначим

$$h^* = \max\{h_j^*(s);\ s = 1..n(s);\ j = 1..N\}, \tag{5.69}$$

где

$$h_j^*(s) = 1 - \frac{S_{j0}^*}{M_j - \left|M_j(s) - M_j\right|}$$

Определение 5.3

Пусть, величина P* такая, что выполняются следующие два условия.

1. Справедливо неравенство:

$$P^* \geq 0{,}95.$$

2. Имеет место:

$$P^* = P_0 \text{ при } h^* = h_{max}$$

и

$$P^* > P_0 \text{ — во всех других случаях,}$$

т. е. вообще

$$P^* = P_0 \leftrightarrow h^* = h_{max} \tag{5.71}$$

Тогда и только тогда говорят, что величина P* является **вероятностью достоверности исходных данных обследования СОУ S**.

Согласно (5.68) и (5.71) имеет место:

$$h^* = 1 - \frac{1}{\tau\left(P^*, \dfrac{2P^*}{1-P^*}\right)}\sqrt{\frac{\left(1-P^*\right)P^*}{2}} \tag{5.72}$$

Итак, оперируя соотношениями (5.14), (5.55), (5.60), (5.69) и (5.72), всегда можно установить величину P^*.

5.8 Сбор и предварительная обработка исходных данных

Последовательно выполняют следующие действия:

1. Устанавливают первичные показатели качества функционирования СОУ S:

$$y_j;\ j = 1..n$$

2. Устанавливают объекты управления, входящих в СОУ S и их первичные показатели качества функционирования:

$$y_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

3. Выясняют, какие из первичных показателей качества функционирования объектов управления СОУ S устанавливаются путем измерения и какие — нет.

4. Для каждой измеряемой величины $y_j(s)$ устанавливают абсолютную ошибку $\Delta y_j(s)$ ее измерительного прибора.

5. Обследуют объекты управления СОУ S и собирают результаты их обследования:

$$b_{j\lambda}(s);\ \lambda = 1..N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

6. Последовательно устанавливают величины:

$$M_j(s) = \frac{1}{N_j(s)} \sum_{\lambda=1}^{N_j(s)} b_{j\lambda}(s)\,;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

$$S_j(s) = \sqrt{\frac{1}{N_j(s)} \sum\nolimits_{s=1}^{N} \left(b_{j\lambda}(s) - M_j(s)\right)^2}\,;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

$$m_j(s) = \frac{S_j(s)}{\sqrt{N_j(s)}};\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

$\tau_j(s) = 1$, если $y_j(s) > 0$

и $\qquad j = 1..n(s);\ s = 1..N$

$\tau_j(s) = 0$, если $y_j(s) = 0$

$$N_j = \sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\,;\ j = 1..n$$

$$M_j = \frac{1}{N_j} \sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\, M_j(s)\,;\ j = 1..n$$

$$m_j = \frac{1}{N_j} \sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\, m_j(s)\,;\ j = 1..n$$

7. Устанавливают величины:

$$S_j^*(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N, \qquad (5.73)$$

где

$S_j^*(s) = \Delta y_j(s)$, если величину $y_j(s)$ устанавливают путем измерения,

и

$S_j^*(s) = 1$, если величину $y_j(s)$ устанавливают путем счета в штуках.

8. Устанавливают величины

$$S^*_{j0};\ j = 1..n,$$

где

$$S^*_{j0} = \frac{1}{N}\sum_{s=1}^{N} S^*_j(s)\ ;\ j = 1..n$$

5.9 Алгоритм определения вероятности достоверности исходных данных

1. Устанавливают величину

$$h^* = \min\{h^*_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N\},$$

где

$$h^*_j(s) = 1 - \frac{S^*_{j0}}{M_j - \left| M_j(s) - M_j \right|}$$

2. Составляют функцию

$$f(x) = h^* + \frac{1}{\tau\left(x,\ \dfrac{2x}{1-x}\right)}\sqrt{\frac{(1-x)x}{2}} - 1$$

и находят корень x^* уравнения

$$f(x) = 0;\ 0.5 \le x \le 0.9999,$$

где $\tau\left(x,\ \dfrac{2x}{1-x}\right)$ — критическое значение критерия Стьюдента, когда заданными являются:

1. Доверительная вероятность x.
2. Число степеней свободы K:

$$K = \text{round}\left(\frac{2x}{1-x}, 0\right)$$

Этот корень является вероятностью достоверности совокупности исходных данных, т. е. имеет место

$$P^* = x^*$$

Проверяют, выполняется ли условие

$$P^* \geq 0{,}95$$

Если это условие не выполняется, то уточняют исходные данные.

Примечание:

В настоящее время данные (5.73) являются неизвестными. В научных публикациях, в лучшем случае, приводятся лишь данные об абсолютных ошибках используемых измерительных приборов.

В наших примерах, приведенных в приложение 2 книги, вместо (5.73), мы используем данные:

$$S_j^*(s) = 0.01 \cdot M_j(s);\ j = 1..n$$

Эти данные являются достаточными для иллюстрации работы вышеприведенного алгоритма определения величины P^*.

5.10 Алгоритм определения максимально возможной вероятности целостности СОУ

1. Устанавливают величину

$$h = \max\{h_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N\},$$

где

$$h_j(s) = 1 - \frac{m_j}{M_j - \left|M_j(s) - M_j\right|}$$

2. Составляют функцию

$$f(x) = h + \frac{1}{\tau\left(x, \dfrac{2x}{1-x}\right)}\sqrt{\frac{(1-x)x}{2}} - 1$$

и находят корень x_0 уравнения

$$f(x) = 0;\ 0.5 \le x \le 0.9999,$$

где

$\tau\left(x, \dfrac{}{1-x}\right)$ — критическое значение критерия Стьюдента, когда заданными являются:

1. Доверительная вероятность x.
2. Число степеней свободы K:

$$K = \mathrm{round}\left(\frac{2x}{1-x}, 0\right)$$

С помощью соотношений

$$m_0 = 1 + \mathrm{round}\left(\frac{1}{1-x_0}, 0\right)$$

устанавливают величину m_0,

С помощью соотношения

$$P_0 = 1 - \frac{1}{m_0 - 1}\ , \text{если } (1 - \frac{1}{m_0 - 1}) \le P^*$$

и

$$P_0 = P^*, \text{если } (1 - \frac{1}{m_0 - 1}) > P^*$$

устанавливают величину P_0.

5.11 Алгоритм определения вероятности целостности СОУ

1. Устанавливают величину

$$h_{min} = \min\{h_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N\}$$

2. Составляют функцию

$$f(x) = h_{min} + \frac{1}{\tau\left(x, \dfrac{2x}{1-x}\right)}\sqrt{\frac{(1-x)x}{2}} - 1$$

и находят корень x_1 уравнения

$$f(x) = 0;\ 0{,}5 \le x \le 0{,}9999$$

3. С помощью соотношений

$$m = 1 + \mathrm{round}\,(\frac{1}{1 - x_1}, 0).$$

устанавливают величину m.

4. С помощью соотношения

$$P = 1 - \frac{1}{m-1}\ , \text{если } (1 - \frac{1}{m-1}) \le P_0$$

и

$$P = P_0, \text{если } (1 - \frac{1}{m-1}) > P_0$$

устанавливают величину P.

Как видно, величины P_0 и P всегда являются дискретными. В отличие от них, величина P* может быть, как дискретной, так и непрерывной.

5.12 Алгоритм определения общих, групповых и индивидуальных естественных глобальных оптимумов

1. С помощью соотношения

$$M_{j0} = \min\{M_j^*(s);\ s = 1..N\};\ j = 1..n$$

устанавливают общие естественные глобальные оптимумы:

$$M_{j0};\ j = 1..n, \tag{5.74}$$

где

$$M_j^*(s) = M_j - |M_j(s) - M_j|$$

2. Последовательно устанавливают величины:

$$\Delta_{j0} = (1 - P_0) \cdot M_{j0};\ j = 1..n$$

и

$$A_{j0} = [M_{j0} - \Delta_{j0},\ M_{j0} + \Delta_{j0}];\ j = 1..n$$

3. С помощью соотношения

$$M_{j0}(s) = M_j(s) \text{ при } M_j(s) \in A_{j0}$$

и

$$M_{j0}(s) = M_{j0} \text{ при } M_j(s) \notin A_{j0}$$

устанавливают **групповые естественные глобальные оптимумы**:

$$M_{j0}(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..\ N \qquad (5.75)$$

4. Последовательно устанавливают величины:

$$\Delta_{j0}(s) = (1 - P_0) \cdot M_{j0}(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

и

$$A_{j0}(s) = [M_{j0}(s) - \Delta_{j0}(s);\ M_{j0}(s) + \Delta_{j0}(s)];\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

5. С помощью соотношения

$$M_{j0}(\lambda, s) = b_{jl}(s) \text{ при } b_{jl}(s) \in A_{j0}(s)$$

и

$$M_{j0}(\lambda, s) = M_{j0}(s)) \text{ при } b_{jl}(s) \notin A_{j0}(s)$$

устанавливают **индивидуальные естественные глобальные оптимумы**:

$$M_{j0}(\lambda, s);\ \lambda = 1..N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \qquad (5.76)$$

Итак, теперь мы знаем, как по известной совокупности данных

$$M_j(s),\ S_j(s),\ N_j(s) \text{ и } S_j^*;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

можно установить, величины (5.74), (5.75) и (5.76).

ГЛАВА 6
САМЫЙ ВАЖНЫЙ СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАРАМЕТР ПОРЯДКА СИСТЕМ И ДВА СПОСОБА ЕГО КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

Числу все вещи подобны!
Пифагор

6.1.1 Постановка задачи

Во Введении указывалось, что как синергетикой, так и философией изучаются самые общие закономерности живой и неживой природы. Однако в отличие от философии, синергетика является такой же точной наукой, какой является, например, физика.

Той точностью, какою описываются законы физики, самые общие закономерности природы могут быть описаны только с помощью соответствующих специальных величин. Их называют **синергетическими параметрами порядка систем**.

Перед нами стоят следующие две задачи:

1. Установить скалярную величину, каждое значение которой будет:

- определяться исключительно по данным обследования фактического состояния изучаемой системы и ее элементов;
- служить интегральной характеристикой проявления возможностей изучаемой системы в момент ее обследования.

2. Доказать, что эта величина является самым важным синергетическим параметром порядка систем.

6.1.2 Простейшая двухуровневая целостная система

Пусть задана совокупность функций

$$y \text{ и } y_j;\ j = 1..n;\ 2 \le n < \infty, \qquad (6.1)$$

которая должна быть реализована в течение времени от t_1 до t_2, где

$$t_2 > t_1$$

Обозначим через S совокупность **средств** реализации функций (6.1).

Говорят, что S в течение времени от t_1 до t_2 является **двухуровневой функциональной системой**, если в любой момент времени $t = t_0$ ($t_1 \le t_0 \le t_2$) имеет место

$$y = y_0 \Leftrightarrow y_j = y_{j0} \text{ для всех } j = 1..n, \qquad (6.2)$$

где

y_0 — фиксированное значение y;

y_{j0} — фиксированное значение y_j

Первым уровнем функциональной системы S служат средства реализации функции y, а ее второй уровень составляют средства реализации функций

$$y_j;\ j = 1..n \qquad (6.3)$$

Говорят также, что второй уровень системы S составлен ее **функциональными элементами**.

Под j-им **функциональным элементом** системы S в момент времени $t = t_0$ ($t_1 \le t_0 \le t_2$) понимается совокупность ее средств, с помощью которой в этот момент времени реализуется функция y_j.

Говорят, что второй уровень системы S составлен **простейшими функциональными элементами**, если обозначениями функций (6.3) служат скалярные величины. О самих этих скалярных величинах говорят, что они являются **первичными показателями качества функционирования** системы S.

Примером функциональных элементов служат системы жизнедеятельности организма человека. Важнейшая особенность этих систем: они свои функции могут выполнять до тех пор, пока свою функцию выполняет организм человека. И наоборот, организм человека свою функцию выполняет до тех пор, пока свои функции выполняют все его системы жизнедеятельности.

Как видно, для систем жизнедеятельности организма человека выполняется условие (6.2).

Кроме функциональных элементов, каждая система S имеет вполне определенную совокупность **анатомических элементов**.

Анатомические элементы системы S служат средствами реализации функций (6.3). А сама система S служит средством реализации функции y.

Анатомические элементы системы S, в отличие от ее функциональных элементов, в принципе вполне могут продолжать выполнение своих функций вне этой системы. После смерти человека, например, его сердце может продолжать работу в организме другого человека.

Положим, что вторым уровнем системы S служат ее простейшие функциональные элементы, и следовательно, совокупность (6.3) составлена одними скалярными величинами.

Пусть

$$B_j = \{b_{j\lambda}; \lambda = 1..N_j\}; j = 1..n$$

— совокупности результатов измерений величин (6.3), установленные при обследовании системы S,
где N_j — объем B_j: $1 \le N_j < \infty$

Пусть S является двухуровневой функциональной системой, а

$$M_{j0}; j = 1..n$$

являются значениями величин

$$M_j;\ j = 1..n$$

такими, что

$$M_j = M_{j0} \Leftrightarrow M_i = M_{i0} \text{ для всех } j,\ i = 1..n, \tag{6.4}$$

где

$M_j = \frac{1}{N_j}\sum_{\lambda=1}^{N_j} b_{j\lambda}$, если совокупность B_j установлена по результатам **сплошного** обследования системы S,

и

$M_j = \frac{1}{N_j - 1}\sum_{\lambda=1}^{N_j} b_{j\lambda}$, если совокупность B_j установлена по результатам **выборочного** обследования системы S.

О функциональной системе S, в которой условие (6.4) выполняется, говорят, что она в момент времени ее обследования является **простейшей двухуровневой целостной системой**.

Величины

$$M_{i0};\ j = 1..n$$

выступают **эталонами качества функционирования системы S** в момент времени ее обследования.

Обозначим

$$B = \{B_j;\ j = 1..n\}$$

Вообще

$$0{,}5 \le P \le P_0 \le P^* < 1, \tag{6.5}$$

где

P — вероятность обоснованности решений, принимаемых в системе S в момент ее обследования;

P_0 — максимально возможное значение P в момент обследования системы S;

P^* — вероятность достоверности совокупности данных B.

Согласно В. Г. Афанасьеву, **главным признаком целостности** каждой системы является наличие у этой системы и ее элементов так называемого **единого интегративного качества (ЕИК)** [68, 69].

Под ЕИК В. Г. Афанасьев понимает качество, которое:

- является **общим** качеством системы и ее элементов;
- проявляется системой и ее элементами в **одинаковой** мере.

В этом определении нет указания, о каких элементах системы идет речь — об анатомических или функциональных.

Функциональные элементы каждой системы S, согласно (6.2), свои функции выполняют именно в системе S и только в ней. В отличие от них, анатомические элементы системы S, как указывалось выше, вполне могут существовать вне системы S. Это говорит о том, что сущность — **назначение** — каждой системы S определяется именно ее **функциональными** элементами и только ими.

Отсюда следует, что ЕИК каждой системы S:

- является **общим** качеством этой системы и ее **функциональных** элементов,
- проявляется системой S и ее функциональными элементами в **одинаковой** мере, т. е. имеет место:

$$\gamma = \gamma_0 \Leftrightarrow \gamma_j = \gamma_0 \text{ для всех } j = 1..n, \qquad (6.6)$$

где

γ — аналитическая мера проявления ЕИК целостной системой S в момент времени ее обследования;

γ_0 — фиксированное значение γ;

γ_j — аналитическая мера проявления ЕИК j-им функциональным элементом системы S в момент времени обследования последней.

Ниже мы увидим, что

$$0 < \gamma \le 1;\ 0 < \gamma_0 \le 1 \text{ и } 0 < \gamma_j \le 1;\ j = 1..n$$

Следует отметить, что в каждой целостной системе выполняется не только совокупность условий (6.4) и (6.6), но и условие (6.2).

Таким образом, каждая целостная система одновременно является и функциональной системой. Однако далеко не все функциональные системы могут быть целостными системами.

Вторым важным признаком целостности систем, согласно В. Г. Афанасьеву, является их **иерархичность**: каждая двухуровневая целостная система S, со своей стороны, является функциональным элементом не менее одной двухуровневой целостной системы более высокого уровня. Каждая двухуровневая целостная система высокого уровня также является функциональным элементом не менее одной двухуровневой целостной системы следующего верхнего уровня и т. д.

В итоге наша действительность представляет собой переплетение практически несчетного множества иерархических целостных систем. Общее у всех этих иерархических систем: каждая из них состоит как минимум из одной двухуровневой целостной системы.

Приведем примеры.

Системы жизнедеятельности организма человека, как указывалось выше, являются функциональными элементами целостной системы, именуемой «организм человека». В этом случае организм человека рассматривается как двухуровневая система. Ее первым уровнем является сам организм человека, а второй уровень составлен его системами жизнедеятельности.

Такое представление об организме человека имеет смысл при решении вполне определенных медико-биологических проблем. И только при их решении. При решении многих других медико-биологических проблем рассматривают двухуровневые целостные системы, первыми уровнями которых служат сами **системы жизнедеятельности** организма человека. Вторые уровни таких двухуровневых целостных систем, как правило, состоят из простейших функциональных элементов, т. е. элементов, обозначениями которых служат первичные показатели состояния здоровья человека.

При решении третьих медико-биологических проблем организм человека рассматривают как **функциональный элемент** двухуровневой целостной системы более высокого уровня. При решении четвертых медико-биологических проблем организм **того же человека** рассматривают как функциональный элемент **другой** двухуровневой целостной системы более высокого уровня и т. д.

В итоге из организма человека получается переплетение огромного количества трех- и более уровневых иерархических целостных систем.

На практике, однако, как правило, не упоминают об этих иерархических целостных системах, а ограничиваются указанием:

- данных о личности человека;
- результатов измерения первичных показателей состояния его здоровья.

Тем самым организм человека рассматривается как простейшая двухуровневая целостная система. Первым уровнем этой системы служит сам организм человека, а ее второй уровень составляют простейшие функциональные элементы, обозначенные соответствующими первичными показателями состояния здоровья человека.

В виде простейшей двухуровневой целостной системы можно представить и государство. Ее первым уровнем всегда будет служить лицо, которое несет ответственность за все, что в государстве происходит. Содержимое второго уровня этой системы будет зависеть от **степени детализации рассмотрения** состояния государства.

В том случае, когда необходимо получить самую общую картину о состоянии государства, оно должно быть представлено как двухуровневая система, второй уровень которой будет составлен лицами, несущими ответственность за те или иные проблемы общегосударственного масштаба. В этом случае состояние государства будет определяться совокупностью первичных показателей деятельности лиц, несущих ответственность за те или иные проблемы **общегосударственного** масштаба.

Для получения более полного представления о состоянии государства, оно должно быть рассмотрено как двухуровневая система, второй уровень которой будет составлен лицами, несущими ответственность за те или иные проблемы регионального масштаба. В этом случае состояние государства будет определяться совокупностью первичных показателей деятельности лиц, несущих ответственность за те или иные **региональные проблемы**.

Еще более полное представление о состоянии государства можно получить, если его рассмотреть как двухуровневую систему, второй уровень которой будет составлен лицами, несущими ответственность за те или иные проблемы районного масштаба. В этом случае состояние государства будет определяться совокупностью первичных показателей деятельности лиц, несущих ответственность за те или иные проблемы **районного** масштаба и т. д.

Самое полное представление о состоянии государства можно получить, если его рассмотреть как двухуровневую систему, второй уровень которой будет составлен его гражданами. В этом случае состояние государства будет определяться совокупностью первичных показателей деятельности **всех его граждан**.

В виде простейших двухуровневых целостных систем можно представить не только организм человека и государство, а любую многоуровневую иерархическую целостную систему!

Как видно, **простейшая двухуровневая целостная система выступает общим «кирпичиком» всех иерархических целостных систем**, существующих в природе.

Отсюда возникает задача изучения свойств, **которые являются общими для всех простейших двухуровневых целостных систем**. Эта задача является одной из важнейших задач синергетики.

Теперь ясно, что во всех предыдущих главах настоящей работы нами изучались общие свойства простейших двухуровневых целостных систем. Их мы будем изучать и в настоящей главе.

Далее, говоря о целостных системах, как правило, мы будем иметь в виду простейшие двухуровневые целостные системы, т. е. системы, второй уровень которых составлен простейшими функциональными элементами. Словосочетанием «Простейшая двухуровневая целостная система» мы будем пользоваться только в тех случаях, когда речь идет о **специфических свойствах** простейших двухуровневых целостных систем.

6.2 Задача измерения ЕИК целостных систем и их элементов

При обсуждении проблем государственного масштаба обычно говорят о триллионах рублей, миллионах тонн и т. д. При обсуждении региональных проблем говорят о миллионах рублей, тысячах тонн т. д. В том случае, когда обсуждаются семейные проблемы, говорят о рублях, килограммах и т. д.

В первом случае исчисления ведется с одной точностью, во втором — с другой, третьем — с третьей точностью и т. д.

Причиной этого является то, что в первом случае оперируют одними измерительными приборами и единицами измерения, во втором — вторыми измерительными приборами и единицами измерения, в третьем — третьими измерительными приборами и единицами измерения и т. д.

Одна из **важнейших особенностей** простейших двухуровневых целостных систем состоит в том, что каждая из них имеет [78, 79]:

1. Свой собственный парк измерительных приборов.
2. Свою собственную систему единиц измерений.

Для единиц измерений величин (6.3), используемых в целостной системе S, имеет место

$$\Delta_j = (1 - P)\, M_{j0};\ j = 1..n \qquad (6.7)$$

Как видно, в целостной системе S тем точнее производятся измерения, чем больше величина P. Самые точные измерения в системе S производятся тогда, когда $P = P_0$, т. е. когда система S находится в нормальном состоянии.

Пусть

$$\Delta(y_j);\ j = 1..n$$

— общепринятые единицы измерения величин (6.3).

Вообще

$$\Delta_j \neq \Delta(y_j);\ j = 1..n$$

Средства измерений величин (6.3), используемые в самой целостной системе S, для нас являются недоступными. Поэтому при установлении совокупностей

$$B_j;\ j = 1..n$$

нам приходится оперировать общепринятыми единицами измерений. Ввиду этого далее следует считать, что

$$\Delta_j \geq \Delta(y_j) > 0;\ j = 1..n$$

Обозначим

$$MO_j = \text{Round}\ (\frac{M_j}{\Delta_j}, 0)\ \Delta_j;\ j = 1..n,$$

Как было сказано выше, в целостной системе S измерения ведутся в единицах

$$\Delta_j;\ j = 1..n$$

Следовательно, в каждый момент времени в ней оперируют не данными

$$M_j;\ j = 1..n,$$

а данными

$$MO_j;\ j = 1..n$$

Оперируя последними данными, тем самим полагают, что

$$\begin{cases} MO_j \approx M_{j0} \text{ при } |MO_j - M_{j0}| < \Delta_j \\ \text{и} \\ MO_j \neq M_{j0} \text{ при } |MO_j - M_{j0}| \geq \Delta_j \end{cases} \quad j = 1..n \qquad (6.8)$$

и в конечном счете

$$\begin{cases} \gamma_j = 1 \text{ при } |MO_j - M_{j0}| < \Delta_j \\ \text{и} \\ \gamma_j < 1 \text{ при } |MO_j - M_{j0}| \geq \Delta_j \end{cases} \quad j = 1..n$$

т. е. вообще

$$\gamma_j = 1 \Leftrightarrow |MO_j - M_{j0}| < \Delta_j;\ j = 1..n \qquad (6.9)$$

При этом

$$|MO_j - M_{j0}| < \Delta_{j0} \text{ при } P = P_0;\ j = 1..n \qquad (6.10)$$

и, как следствие,

$$\begin{cases} \gamma = 1 \text{ и } \gamma_j = 1 \text{ при } P = P_0 \\ \text{и} \\ \gamma < 1 \text{ и } \gamma_j \leq 1 \text{ при } P < P_0 \end{cases} \quad j = 1..n \qquad (6.11)$$

где

$$\Delta_j = \Delta_{j0} \text{ при } P = P_0$$

Другая важная особенность простейшей двухуровневой целостной системы S состоит в том, что в ней всегда имеет место [79]

$$0 < a_{j\min} \leq MO_j \leq a_{j\max} < \infty;\ j = 1..n, \qquad (6.12)$$

где

$a_{j\min}$ — минимально допустимое значение величины y_j в системе S в момент времени обследования последней;

$a_{j\max}$ — максимально допустимое значение величины y_j в системе S в момент ее обследования.

Отсюда следует, что вообще

$$0 < \gamma_{jmin} \leq \gamma_j \leq 1;\ j = 1..n,$$

где γ_{jmin} — минимально допустимое значение величины γ_j в системе S в момент времени обследования последней:

$$\gamma_j = \gamma_{jmin} \text{ при } MO_j = a_{jmin} \text{ или } MO_j = a_{jmax};\ j = 1..n$$

Точнее, согласно (6.6), имеет место

$$\gamma_{jmin} = \gamma_{min};\ j = 1..n$$

и в конечном счете

$$0 < \gamma_{min} \leq \gamma_j \leq 1;\ j = 1..n, \qquad (6.13)$$

где

$$\gamma_j = \gamma_{min} \text{ при } MO_j = a_{jmin} \text{ или } MO_j = a_{jmax};\ j = 1..n \qquad (6.14)$$

Ниже мы увидим, что

$$\gamma_{min} = (1 - P) \qquad (6.15)$$

В итоге

$$\begin{array}{ll} \gamma_{min} < \gamma_j < 1 \text{ при } |MO_j - M_{j0}| \geq \Delta_j \text{ и } a_{jmin} < MO_j < a_{jmax} & \\ \gamma_j = 1 \text{ при } |MO_j - M_{j0}| < \Delta_j, & j = 1..n \\ \gamma_j = \gamma_{min} \text{ при } |MO_j - M_{j0}| \geq \Delta_j \text{ и } MO_j = a_{jmin} \text{ или } MO_j = a_{jmax} & \end{array} \qquad (6.16)$$

Итак, перед нами стоит следующая задача:

1. Задана совокупность данных:

$$P,\ a_{jmin},\ MO_j,\ M_{j0} \text{ и } a_{jmax};\ j = 1..n$$

2. Требуется установить зависимости

$$\gamma_j = f(P,\ a_{jmin},\ MO_j,\ M_{j0},\ a_{jmax});\ j = 1..n$$

и

$$\gamma = F(\gamma_j;\ j = 1..n),$$

такие что выполнялись бы условия (6.6), (6.11) и (6.16).

6.3 Измерение ЕИК элементов целостных систем

Обозначим

$$a_j = a_{j\min}, \text{ если } MO_j \le M_{j0}$$

и $\qquad\qquad\qquad\qquad j = 1..n$

$$a_j = a_{j\max}, \text{ если } MO_j > M_{j0}$$

Отсюда и из (3.10), (3.11) и (3.16) имеем

$$a_j = \Delta_j, \text{ если } MO_j \le M_{j0}$$

и $\qquad\qquad\qquad\qquad j = 1..n \qquad (6.17)$

$$a_j = 2M_{j0} - \Delta_j, \text{ если } MO_j > M_{j0}$$

Величина a_j, как видно, является **предельно допустимым** значением y_j в системе S в момент времени ее обследования.

Согласно (6.12) и (6.17), имеет место

$$a_j \le MO_j \le M_{j0} \text{ при } MO_j \le M_{j0}$$

и $\qquad\qquad\qquad\qquad j = 1..n$

$$a_j \ge MO_j \ge M_{j0} \text{ при } MO_j \ge M_{j0},$$

т. е. вообще для целостных систем всегда выполняются условия:

$$|MO_j - a_j| \le |M_{j0} - a_j|; \; j = 1..n$$

или

$$a_{j\min} \le MO_j \le (2\,M_{j0} - a_{j\min}); \; j = 1..n$$

Обозначим

$$b_j = 1, \text{ если } (MO_j - a_j)\, d_j \ge 0$$

и $\qquad\qquad\qquad\qquad j = 1..n \quad (6.17\text{-}1)$

$$b_j = 0, \text{ если } (MO_j - a_j)\, d_j < 0,$$

где

$$d_j = +1, \text{ если } MO_j \leq M_{j0} \text{ и } d_j = -1, \text{ если } MO_j > M_{j0} \quad (6.17\text{-}2)$$

Можно проверить, что

$$a_{jmin} < MO_j < (2\,M_{j0} - a_{jmin}) \Leftrightarrow |MO_j - M_{j0}|\, b_j \leq |MO_j - a_j|;\ j = 1..n$$

В итоге для целостных систем всегда будет иметь место

$$0 \leq \delta_j \leq 1;\ j = 1..n,$$

где

$$\delta_j = \frac{|\ MO_j - a_j|}{|\ M_{j0} - a_j|}\, b_j. \qquad (6.18)$$

Каков смысл величины δ_j?

Пусть функциональные элементы системы S в момент ее обследования находятся в самом лучшем возможном состоянии, т. е. имеет место

$$|MO_j - M_{j0}| < \Delta_j \text{ для всех } j = 1..n$$

В этом случае потенциальные возможности функциональных элементов системы S **раскрываются — проявляются — полностью**. Но тогда, согласно (6.8) и (6.18), имеет место

$$\delta_j = 1;\ j = 1..n$$

Положим теперь, что

$$MO_j = a_j;\ j = 1..n$$

и следовательно, согласно (6.18), имеет место

$$\delta_j = 0;\ j = 1..n$$

В этом случае функциональные элементы системы S находятся в предельно допустимом состоянии, и следовательно, проявляется **минимум** их потенциальных возможностей.

Во всех других случаях, т. е. когда

$$|MO_j - M_{j0}| \geq \Delta_j \text{ и } a_{jmin} < MO_j < a_{jmax};\ j = 1..n$$

согласно (6.8), (6.17) и (6.18), имеет место

$$0 < \delta_j < 1;\ j = 1..n$$

Как видно, величины

$$\delta_j;\ j = 1..n$$

являются **показателями проявления — раскрытия — потенциальных возможностей функциональных элементов** системы S в момент времени ее обследования.

Вообще, согласно (6.8), (6.12), (6.17) и (6.18), имеют место:

$$\delta_j = 1 \Leftrightarrow |MO_j - M_{j0}| < \Delta_j;\ j = 1..n$$
$$\delta_j \to 1 \Leftrightarrow MO_j \to M_{j0};\ j = 1..n$$
$$\delta_j = 0 \Leftrightarrow |MO_j - a_j|\, b_j = 0$$

Первые две из этих трех зависимостей являются вполне логичными. В отличие от них, последняя третья зависимость лишена внятного смысла. Ведь величина a_j, по определению, является **предельно допустимым** значением y_j в системе S!. Следовательно, было бы логично, если при $b_j = 1$ имели бы место:

$$\delta_j > 0 \text{ при } MO_j = a_j = a_{jmin} \text{ или } MO_j = a_j = a_{jmax} \tag{6.19}$$

и

$$\delta_j = 0 \text{ при } MO_j = (a_{jmin} - \Delta_j) \text{ или } MO_j = (a_{jmax} + \Delta_j) \tag{6.20}$$

Условие (6.20) будет выполняться, если вместо (6.17) напишем:

$$\left.\begin{aligned} &a_j = a_{jmin} - \Delta_j, \text{ если } MO_j \leq M_{j0} \\ \text{и}\quad &\\ &a_j = a_{jmax} + \Delta_j, \text{ если } MO_j > M_{j0} \end{aligned}\right\}\quad j = 1..n \tag{6.21}$$

Запись (6.21) смысл имеет в том случае, когда

$$(a_{j\min} - \Delta_j) \le MO_j \le (a_{j\max} + \Delta);\ j = 1..n$$

В действительности, однако, в двухуровневых целостных системах это условие не выполняется, а выполняется условие (6.12).

Следовательно, замена зависимости (6.17) зависимостью (6.21) является недопустимой.

Обозначим

$$\gamma_j^* = (1 - P\,(1 - \delta_j));\ j = 1..n \qquad (6.22)$$

Согласно (6.18) и (6.22), имеет место

$$\gamma_j^* = 1 - P \text{ при } MO_j = a_j;\ j = 1..n$$

Отсюда и из (6.5) и (6.15) имеем

$$\gamma_j^* = \gamma_{\min} > 0 \text{ при } MO_j = a_j;\ j = 1..n, \qquad (6.23)$$

Как видно, в том случае, когда

$$MO_j = a_j;\ j = 1..n$$

величины

$$\gamma_j^*\ ;\ j = 1..n \qquad (6.24)$$

отличаются от нуля. При этом, согласно (6.15), (6.17), (6.18) и (6.22), имеют место:

$$\gamma_j^* \to 1 \text{ при } MO_j \to M_{j0};\ j = 1..n$$

и

$$\gamma_j^* \to \gamma_{\min} \text{ при } MO_j \to a_j;\ j = 1..n$$

Эти зависимости, являясь вполне логичными, указывают на то, что величины (6.24) являются важнейшими характеристиками качества функционирования элементов системы S.

Можно показать, что

$$\gamma_j = \gamma_j^*;\ j = 1..n \qquad (6.25)$$

В самом деле, согласно (6.8), (6.17) и (6.18), имеют место:

$$\delta_j = 1,\ \text{при}\ |MO_j - M_{j0}| < \Delta_j$$
$$0 < \delta_j < 1\ \text{при}\ |MO_j - M_{j0}| \geq \Delta_j\ \text{и}\ a_{jmin} < MO_j < a_{jmax};\ j = 1..n$$
$$\delta_j = 0\ \text{при}\ |MO_j - M_{j0}| \geq \Delta_j\ \text{и}\ MO_j = a_{jmin}\ \text{или}\ MO_j = a_{jmax}$$

Отсюда и из (6.8) и (6.22) находим

$$\gamma_j^* = 1,\ \text{при}\ |MO_j - M_{j0}| < \Delta_j$$
$$\gamma_{min} < \gamma_j^* < 1\ \text{при}\ |MO_j - M_{j0}| \geq \Delta_j\ \text{и}\ a_{jmin} < MO_j < a_{jmax};\ j = 1..n$$
$$\gamma_j^* = \gamma_{min}\ \text{при}\ |MO_j - M_{j0}| \geq \Delta_j\ \text{и}\ MO_j = a_{jmin}\ \text{или}\ MO_j = a_{jmax}$$

Сопоставляя последнюю совокупность зависимостей с совокупностью зависимостей (6.16), заключаем

$$\gamma_j = \gamma_j^*;\ j = 1..n,$$

т. е. получаем (6.25).

В итоге из (6.22) и (6.25) имеем

$$\gamma_j = (1 - P\,(1 - \delta_j));\ j = 1..n,$$

где

$$\delta_j = 1\ \text{при}\ |MO_j - M_{j0}| < \Delta_j$$
$$0 < \delta_j < 1\ \text{при}\ |MO_j - M_{j0}| \geq \Delta_j\ \text{и}\ a_{jmin} < MO_j < a_{jmax}$$
$$\delta_j = 0\ \text{при}\ |MO_j - M_{j0}| \geq \Delta_j\ \text{и}\ MO_j = a_{jmin}\ \text{или}\ MO_j = a_{jmax}$$

Отсюда и из (6.18) имеем

$$\gamma_j = (1 - P_0\,(1 - \delta_{j0})) = 1\ \text{при}\ P = P_0;\ j = 1..n,$$

где

$$\delta_{j0} = \frac{|MO_j - a_{j0}|}{|M_{j0} - a_{j0}|} b_j = 1$$

Здесь

$$MO_j = M_{j0} \text{ и } a_j = a_{j0} \text{ при } P = P_0$$

Согласно (6.10), для одних из величин

$$MO_j;\ j = 1..n$$

может иметь место

$$MO_j = M_{j0};\ j = 1, 2, ...$$

А для других —

$$MO_j \neq M_{j0};\ j = 1, 2, \dots$$

В итоге вообще

$$\delta_{j0} \leq 1 \text{ при } P = P_0$$

и в конечном счете

$$\gamma_j \leq 1 \text{ при } P = P_0;\ j = 1..n$$

Вместе с тем, согласно (6.11), должно иметь место

$$\gamma_j < 1 \text{ при } P < P_0$$

и $\qquad\qquad\qquad\qquad j = 1..n$

$$\gamma_j = 1 \text{ при } P = P_0$$

Это условие будет выполняться, если положим, что вообще

$$\gamma_j = (1 - P\,(1 - \delta_j)) \text{ при } P < P_0$$

и $\qquad\qquad\qquad\qquad j = 1..n \quad (6.26)$

$$\gamma_j = 1 \text{ при } P = P_0$$

Величина γ_j, как указывалось выше, является аналитической мерой проявления ЕИК j-им функциональным элементом системы S в момент времени обследования последней. Об этой величине также можно говорить, что она является **мерой близости** величины

MO_j к M_{j0} в момент обследования системы S. Можно говорить также, что γ_j является **оценкой состояния** j-го функционального элемента системы S в момент времени обследования последней.

В заключение обратим внимание на следующее.

Согласно (6.14), (6.17) и (6.18), имеет место:

$$\gamma_j = \gamma_{min} \text{ при } \delta_j = 0;\ j = 1..n$$

и в конечном счете, согласно (6.26),

$$\gamma_j = \gamma_{min} = (1 - P) \text{ при } P < P_0 \text{ и } \delta_j = 0;\ j = 1..n$$

Отсюда и (6.5) имеем

$$\gamma_j = \gamma_{min} = 0{,}5 \text{ при } P = 0{,}5 \text{ и } P_0 > 0{,}5;\ j = 1..n$$

Это вполне логично: ведь в том случае, когда P = 0,5, сказать что-либо определенное о состоянии системы S невозможно! Тем более в этом случае мы не можем сказать что-либо определенное о состоянии ее функциональных элементов!

Вообще

$$0 < \gamma_{min} \leq 0{,}5$$

При этом

$$\gamma_{min} \rightarrow 0 \text{ при } P \rightarrow 1$$

6.4 Теория П. К. Анохина и измерение ЕИК целостных систем

Обозначим

$$Y = \{y_j;\ j = 1..n\}$$

По теории П. К. Анохина [108–110], за получение «**желаемого конечного результата**» в каждый момент времени t в живом организме S ответственность несет **вполне определенная функциональная система** S(t).

Положим для определенности, что

$$y_j \in Y(t) \text{ при } j = 1..n(t) \text{ и } y_j \notin Y(t) \text{ при } j = n(t) + 1, n(t) + 2,..,n, \quad (6.27)$$

где

Y(t) — совокупность функциональных элементов системы S(t);

n(t) — объем Y(t): $n(t) \leq n$.

Можно показать, что для системы S(t) имеет место

$$\gamma = \gamma_0 < 1 \Leftrightarrow \gamma_j = \gamma_0 < 1 \text{ для всех } j = 1.. n(t); n(t) \leq n, \quad (6.28)$$

т. е. для нее всегда выполняется условие

$$\gamma_0 < 1 \quad (6.29)$$

В самом деле, для организма человека как целостной системы, согласно (6.6), вообще имеет место

$$\gamma = \gamma_0 \leq 1 \Leftrightarrow \gamma_j = \gamma_0 \leq 1 \text{ для всех } j = 1..n, \quad (6.30)$$

т. е. в общем случае для организма человека выполняется условие

$$\gamma_0 \leq 1 \quad (6.31)$$

Положим, что в момент времени t имеет место

$$\gamma_0 = 1 \quad (6.32)$$

Тогда, согласно (6.30), будет выполняться условие

$$\gamma_j = 1 \text{ для всех } j = 1..n$$

и в конечном счете, согласно (6.9),

$$|MO_j - M_{j0}| < \Delta_j \text{ для всех } j = 1..n$$

В этом случае с вероятностью P можно утверждать, что в момент времени t человек находится в **нормальном** состоянии, т. е. выполняются следующие условия:

1. Человек здоров.

2. Его организм находится в состоянии **покоя**.

Пусть между системой S(t) и организмом человека нет никакой разницы, т. е. имеет место

$$S(t) = S$$

Тогда система S(t) в момент времени t должна находиться в состояние покоя, т. е. ею не будет выполняться какой-либо работы. Но если в момент времени t системой S(t) не будет выполняться какой-либо работы, то она в этот момент времени не внесет какого-либо вклада в деле получения «желаемого конечного результата» организма человека.

Для того чтобы в момент времени t система S(t) внесла свой вклад в дело достижения «желаемого конечного результата» организма человека, она в этот момент времени должна выполнять соответствующую работу. Но тогда она не будет находиться в состояние покоя. Следовательно, для нее будет выполняться не условие (6.32), а условие (6.29).

Отсюда вывод: система S(t) может находиться в любом состоянии за исключением одного — нормального. **В нормальном состоянии система S(t) не может находиться в принципе**. В отличие от S(t), система S в определенных условиях вполне может находиться в нормальном состоянии.

Итак, различие между системами S(t) и S состоит в том, что для них соответственно имеют место (6.29) и (6.31). А вообще для этих систем, согласно (6.28) и (6.30), выполняются условия:

$$\gamma_j = \gamma_0 < 1 \text{ при } y_j \in Y(t);\ j = 1..\ n(t);\ n(t) \leq n$$

и

$$\gamma_j = \gamma_0 \leq 1 \text{ при } y_j \in Y;\ j = 1..n$$

При этом данные системы связаны между собой таким образом, что

$$\gamma_j < 1 \text{ при } y_j \in Y(t) \quad \text{и} \quad \gamma_j = 1 \text{ при } y_j \in (Y - Y(t)) \qquad j = 1..n$$

Отсюда и из (6.27) имеем

$$\gamma_j < 1 \text{ при } j = 1..n(t) \text{ и } \gamma_j = 1 \text{ при } j = n(t) + 1, n \qquad (6.33)$$

Обозначим

$$m = \sum_{j=1}^{n} \beta_j, \qquad (6.34)$$

где

$$\beta_j = 1 \text{ при } \gamma_j < 1 \text{ и } \beta_j = 0 \text{ при } \gamma_j = 1 \qquad (6.35)$$

Из (6.33) и (6.35) имеем

$$\beta_j = 1 \text{ при } j = 1..n(t) \text{ и } \beta_j = 0 \text{ при } j = n(t) + 1, n \qquad (6.36)$$

Отсюда и из (6.34) получаем

$$n(t) = m \geq 1 \text{ при } m \geq 1 \qquad (6.37)$$

и при этом

$$\beta_j = 1 \text{ при } j = 1..m, \text{ если } m \geq 1 \quad \text{и} \quad \beta_j = 0 \text{ при } j = 1..n, \text{ если } m = 0 \qquad (6.38)$$

Обозначим

$$\gamma^* = \prod_{j=1}^{m} \gamma_j^{\frac{\beta_j}{m}} \text{ при } m \geq 1 \quad \text{и} \quad \gamma^* = 1 \text{ при } m = 0 \qquad (6.39)$$

Можно показать, что

$$\gamma = \gamma^* \tag{6.40}$$

В самом деле, пусть

$$m \geq 1 \tag{6.41}$$

Согласно (6.37), (6.38) и (6.41), имеет место

$$\beta_j = 1;\ j = 1..n(t);\ n(t) \leq n \tag{6.42}$$

Из (6.37), (6.39), (6.41) и (6.42) имеем

$$\gamma^* = \prod_{j=1}^{n(t)} \gamma_j^{\frac{1}{n(t)}} \tag{6.43}$$

При этом, согласно (6.28), имеет место:

$$\gamma_j = \gamma_0 < 1 \Leftrightarrow \gamma_i = \gamma_0 < 1 \text{ для всех } j,\ i = 1..n(t);\ n(t) \leq n$$

С учетом этого из (6.43) получаем

$$\gamma^* = \gamma_0 < 1 \Leftrightarrow \gamma_j = \gamma_0 < 1 \text{ для всех } j = 1..n(t);\ n(t) \leq n \tag{6.44}$$

Как видно,

$$\gamma^* = \gamma_0 < 1 \text{ при } m \geq 1 \tag{6.45}$$

Итак, во всех случаях, когда $m \geq 1$, имеет место (6.44).
Положим теперь, что

$$m = 0 \tag{6.46}$$

Согласно (6.34), имеет место

$$m = 0 \Leftrightarrow \beta_j = 0 \text{ для всех } j = 1..n \tag{6.47}$$

А согласно (6.35), выполняется условие

$$\beta_j = 0 \Leftrightarrow \gamma_j = 1;\ j = 1..n \tag{6.48}$$

Из (6.47) и (6.48) получаем

$$m = 0 \Leftrightarrow \gamma_j = 1 \text{ для всех } j = 1..n \tag{6.49}$$

Кроме того, согласно (6.39) и (6.45), имеет место

$$m = 0 \Leftrightarrow \gamma^* = 1$$

Отсюда и из (6.49) получаем

$$\gamma^* = \gamma_0 = 1 \Leftrightarrow \gamma_j = \gamma_0 = 1 \text{ для всех } j = 1..n \tag{6.50}$$

Итак, когда m = 0, всегда имеет место (6.50).

Так как вообще

$$m = 0 \text{ или } m \geq 1,$$

из (6.44) и (6.50) имеем

$$\gamma^* = \gamma_0 \leq 1 \Leftrightarrow \gamma_j = \gamma_0 \leq 1 \text{ для всех } j = 1..n, \tag{6.51}$$

где

$$\gamma_0 = 1 \text{ при } m = 0 \text{ и } \gamma_0 < 1 \text{ при } m \geq 1$$

Сопоставляя совокупность зависимостей (6.44) и (6.51) с совокупностью зависимостей (6.28) и (6.30), заключаем

$$\gamma = \gamma^*,$$

т. е. получаем (6.40)

Из (6.39) и (6.40) имеем

$$\gamma = \prod_{j=1}^{m} \gamma_j^{\frac{\beta_j}{m}} \text{ при } m \geq 1 \text{ и } \gamma = 1 \text{ при } m = 0 \tag{6.52}$$

Согласно (6.40) и (6.45), имеет место

$$\gamma < 1 \text{ при } m \geq 1 \tag{6.53}$$

С учетом этого из (6.49) и (6.52) получаем

$$\gamma = 1 \Leftrightarrow \gamma_j = 1 \text{ для всех } j = 1..n$$

Отсюда и из (6.26) имеем:

$$\left.\begin{array}{l} \gamma = 1 \text{ и } \gamma_j = 1 \text{ при } P = P_0 \\ \text{и} \\ \gamma < 1 \text{ и } \gamma_j \le 1 \text{ при } P < P_0, \end{array}\right. \qquad j = 1..n$$

т. е. выполняется условие (6.11).

Как видно,

$$\gamma = 1 \text{ при } P = P_0$$

Это справедливо даже в том случае, когда

$$P = P_0 = 0{,}5$$

Однако достаточно обоснованные выводы можно сделать только в том случае, когда

$$P_0 \ge 0{,}95$$

Для подавляющего большинства объектов управления это условие выполняется.

В том случае, когда m > 0, согласно (6.48), имеет место:

$$\gamma_j^{\frac{\beta_j}{m}} = 1^{\frac{0}{m}} = 1 \text{ при } \gamma_j = 1$$

Теперь понятно, почему величина γ_j, установленная по формуле (6.52), в том случае, когда m>0, никак не зависит от тех первичных показателей состояния системы, которые в момент обследования этой системы находятся в пределах нормы.

Принимая во внимание вышесказанное, вместо (6.52), можно написать:

$$\gamma = \prod_{j=1}^{n} \gamma_j^{\frac{\beta_j}{m}} \text{ при } m \ge 1 \text{ и } \gamma = 1 \text{ при } m = 0. \qquad (6.54)$$

В наших прежних публикациях, включая [78], приводится именно запись (6.54). В работе же [79] приводятся как запись (6.52), так и запись (6.54).

Согласно (6.52) и (6.54), имеет место:

$$\gamma = \prod_{j=1}^{n} \gamma_j^{\frac{\beta_j}{m}} = \prod_{j=1}^{m} \gamma_j^{\frac{\beta_j}{m}} \text{ при } m \geq 1$$

Отсюда и из (6.37), (6.38) и (6.53) имеем:

$$\gamma = \prod_{j=1}^{n} \gamma_j^{\frac{\beta_j}{m}} = \prod_{j=1}^{n(t)} \gamma_j^{\frac{1}{n(t)}} < 1$$

Таким образом, если человек **болен**, то для оценки его общего состояния здоровья вполне достаточно знания тех первичных показателей, которые являются отклоненными от нормы. Этот факт специалистам известен давно! Точнее, специалисты всегда оперируют теми первичными показателями состояния здоровья, которые при данной патологии вообще бывают отклоненными от нормы.

6.5 Оценка фактического состояния целостных систем верхнего и нижнего уровней

6.5.1 Оценка фактического состояния типичной целостной системы

В главе 5 мы использовали понятия: «Система объектов управления (СОУ)» и «Объект управления (ОУ)».

Фактическое состояние каждого s-го ОУ, согласно (5.7), определяется совокупностью **усредненных** данных:

$$M_j(s),\ S_j(s),\ N_j(s);\ j = 1..n(s)$$

Следовательно, этот ОУ является **типичным представителем** некоторой совокупности целостных систем.

В итоге, каждая СОУ S является **целостной системой нескольких групп целостных систем нижнего уровня**.

Принимая во внимание вышесказанное, ниже вместо понятия «Система объектов управления» и «Объект управления» мы будем пользоваться понятиями: **«Целостная система верхнего уровня» и «Типичный представитель группы систем нижнего уровня»**.

А вместо понятий: «Общий естественный глобальный оптимум» и «Индивидуальный естественный глобальный оптимум» ниже мы будем пользоваться понятиями:

«Точечная норма j-го первичного показателя качества функционирования (ППКФ) системы верхнего уровня» и «Точечная норма j-го ППКФ типичного представителя группы систем нижнего уровня».

Алгоритмы определения этих последних величин приведены в параграфе 5.12.

Пусть ЦС S состоит из $N \geq 2$ количества групп целостных систем нижнего уровня.

Положим, что выполняются следующие условия.

1. Величины

$$P, P_0 \text{ и } M_{j0};\ j = 1..n$$

являются общими характеристиками для всех целостных систем нижнего уровня.

2. Имеет место

$$|M_{j0}(\mathrm{i}) - M_{j0}(\mathrm{k})| \geq 0 \text{ при } i \neq k;\ i, k = 1..N;\ j = 1..\mathrm{n(i)};$$

где

$M_{j0}(\mathrm{i})$ — точечная норма j-го первичного показателя i-ой группы систем;

n(i) — количество систем в i-ой группе.

3. Выполняется условие:

$$\gamma(i) \neq \gamma(k) \text{ при } i \neq k;\ i, k = 1..\mathrm{N}$$

где $\gamma(i)$ — оценка состояния типичного представителя (ТП) i-ой группы целостных систем.

О типичном представителе каждой i-ой группы можно говорить, что он является i-ой **типичной целостной системой нижнего уровня**.

Положим, что

$$\gamma \ = \gamma(0) \ \text{при } i = 0,$$

где $\gamma(0)$ — оценка состояния ЦС S.

Далее всем величинам, которые служат характеристиками самой ЦС S, мы будем приписывать индекс «0». Тогда можно написать, что вообще

$$i = 0, 1,..N$$

Пусть

$$\gamma(i),\ m(i),\ \Delta_j(i),\ MO_j(i),\ a_j(i),\ b_j(i),\ \delta_j\,(i),\ \gamma_j(i) \text{ и } \beta_j(i);\ j = 1..n \qquad (6.55)$$

— значения величин

$$\gamma,\ m,\ \Delta_j,\ MO_j,\ a_j,\ b_j,\ \delta_j,\ \ \gamma_j \text{ и } \beta_j;\ j = 1..n$$

такие, что для каждого $i = i_0$ ($i_0 = 0..N$) имеет место

$\gamma(i) = \gamma$; $m(i) = m$; $\Delta_j(i) = \Delta_j$; $MO_j(i) = MO_j$; $a_j(i) = a_j$; $b_j(i) = b_j$; $\delta_j\,(i) = \delta_j$; $\gamma_j(i) = \gamma_j$ и $\beta_j(i) = \beta_j$ при $i = i_0$

Тогда соотношения (6.7), (6.17), (6.17-1), (6.17-2), (6.18), (6.26), (6.34), (6.35) и (6.52) можно переписать так:

$$\Delta_j(i) = (1 - P)\ M_{j0}(i);\ j = 1..n;\ i = 0..N$$

$$MO_j(i) = \text{Round}\ (\frac{M_j(i)}{\Delta_j(i)}, 0).\ \Delta_j(i);\ j = 1..n;\ i = 0..N$$

$$a_j(i) = \Delta_j(i), \text{ если } MO_j(i) \le M_{j0}(i)$$

и $\qquad\qquad\qquad\qquad j = 1..n;\ i = 0..N$

$$a_j(i) = 2\ M_{j0} - \Delta_j(i), \text{ если } MO_j(i) > M_{j0}(i)$$

$$d_j(i) = +\ 1, \text{ если } MO_j(i) \le M_{j0}(i)$$

и $j = 1..n;\ i = 0..N$

$$d_j(i) = -1, \text{ если } MO_j(i) > M_{j0}(i)$$

$$b_j(i) = 1, \text{ если } (MO_j(i) - a_j(i))\, d_j(i) \geq 0$$

и $j = 1..n;\ i = 0..N$ (6.56)

$$b_j(i) = 0, \text{ если } (MO_j(i) - a_j(i))\, d_j(i) < 0$$

$$\delta_j(i) = \frac{|\,MO_j(i) - a_j(i)|}{|\,M_{j0}(i) - a_j(i)|}\, b_j(i);\ j = 1..n;\ i = 0..N$$

$$\gamma_j(i) = 1 - P\,(1 - \delta_j(i));\ \ j = 1..n;\ i = 0..N$$

$$\beta_j(i) = 1 \text{ при } \gamma_j(i) < 1$$

и $j = 1..n;\ i = 0..N$

$$\beta_j(i) = 0 \text{ при } \gamma_j(i) = 1$$

$$m(i) = \Sigma_{j=1}^{n}\ \beta_j(i)\ ;\ i = 0..N$$

$$\gamma(i) = \prod_{j=1}^{m(i)} \gamma(i)^{\frac{\beta_j(i)}{m(i)}} \ \text{ при } m(i) \geq 1$$

и $i = 0.N$

$$\gamma(i) = 1 \text{ при } m(i) = 0$$

Как видно, оперируя алгоритмом (6.56), можно установить все величины:

$$\gamma(i);\ i = 0..N$$

6.5.2 Оценка фактического состояния конкретной целостной системы

Пусть данные

$$b_j(s,i);\ j = 1..n(s,i);\ s = s_0;\ s_0 = 1..\ N_i;\ i = 1..N$$

определяют фактическое состояние s-ой целостной системы i-ой группы,

где

n(s,i) — количество обследованных показателей состояния s-ой целостной системы i-ой группы;

N_i — количество целостных систем i-ой группы.

Вообще

$$n(s,i) \le n \text{ и } 1 \le N_i < \infty$$

Пусть $M_j(i)$ является среднеарифметическим j-го показателя состояния i-ой группы целостных систем нижнего уровня, то есть имеет место

$$M_j(i) = \frac{1}{N_i}\sum_{s=1}^{N_i} b_j\,(s,i);\ j = 1..n;\ i = 0..N$$

Отсюда в том случае, когда

$$N_i = 1 \text{ для всех } i = 0..N,$$

имеем

$$M_j(i) = b_j(s,i);\ s = N_i = 1;\ i = 0..N;\ j = 1..n$$

и в конечном счете

$$MO_j(i) = bO_j(s,i);\ s = N_i = 1;\ i = 0..N;\ j = 1..n,$$

где

$$bO_j(s,i) = \text{Round}\ \left(\frac{b_j\left(s,i\right)}{\Delta_j},0\right).\Delta_j(i) \tag{6.57}$$

С учетом этого из (6.56) получим:

a_j(s,i) = Δ_j(i), если bO_j(s,i) $\le M_{j0}$(i)

и j = 1..n(s,i); s = 1.. N_i; i = 0..N

a_j(s,i) = $2M_{j0}$(i) − Δ_j(i), если bO_j(s,i) > M_{j0}(i)

$$d_j(s,i) = +1, \text{ если } bO_j(s,i) \le M_{j0}(i)$$

и $\quad j = 1..n(s,i);\ s = 1..\ N_i;\ i = 0..N$

$$d_j(s,i) = -1, \text{ если } bO_j(s,i) > M_{j0}(i)$$

$$b_{js}(i) = 1, \text{ если } (bO_j(s,i) - a_j(s,i))\, d_j(i) \ge 0$$

и $\quad j = 1..n(s,i);\ s = 1..\ N_i;\ i = 0..N$

$$b_{js}(i) = 0, \text{ если } (bO_j(s,i) - a_j(s,i))\, d_j(i) < 0$$

(6.58)

$$\delta_j(s,i) = \frac{|\, bO(s,i) - a_j(s,i)|}{|\, M_{j0}(i) - a_j(s,i)|}\ b_{js}(i);\ j = 1..n(s,i);\ s = 1..\ N_i;\ i = 0..N$$

$$\gamma_j(s,i) = 1 - P\ (1 - \delta_j(s,i));\ j = 1..n(s,i);\ s = 1..\ N_i;\ i = 0..N$$

$$\beta_j(s,i) = 1 \text{ при } \gamma_j\ (s,i) < 1$$

и $\quad j = 1..n(s,i);\ s = 1..\ Ni;\ i = 0..N$

$$\beta_j(s,i) = 0 \text{ при } \gamma_j(s,i) = 1$$

$$m(s,i) = \Sigma_{j=1}^{n}\ \beta_j(s,i)\ ;\ s = 1..N_i;\ i = 0..N$$

$$\gamma(s,i) = \prod_{j=1}^{m(s,i)} \gamma_j\,(s,i)^{\frac{\beta_j(s,i)}{m(s,i)}} \quad \text{при } m(s,i) \ge 1$$

и $\quad s = 1..\ N_i;\ i = 0..N$

$$\gamma(s,i) = 1 \text{ при } m(s,i) = 0$$

Как видно, оперируя алгоритмом (6.58), можно установить все величины:

$$\gamma(s,i);\ s = 1..\ N_i;\ i = 0..N$$

6.5.3 Простейший алгоритм оценки состояния целостных систем

Положим, что N = 1. Тогда алгоритм (6.56) можно переписать так:

$$a_j = \Delta_j,\ \text{если}\ MO_j \le M_{j0}\quad \text{и}\quad a_j = 2M_{j0} - \Delta_j,\ \text{если}\ MO_j > M_{j0},\qquad j = 1..n \tag{6.59}$$

$$d_j = +1,\ \text{если}\ MO_j \le M_{j0}\quad \text{и}\quad d_j = -1,\ \text{если}\ MO_j > M_{j0}\qquad j = 1..n \tag{6.60}$$

$$b_j = 1,\ \text{если}\ (MO_j - a_j)\, d_j \ge 0\quad \text{и}\quad b_j = 0,\ \text{если}\ (MO_j - a_j)\, d_j < 0\qquad j = 1..n \tag{6.61}$$

$$\delta_j = \frac{|\, MO_j - a_j|}{|\, M_{j0} - a_j|}\, b_j;\ j = 1..n \tag{6.62}$$

$$\gamma_j = (1 - P\,(1 - \delta_j));\ \ j = 1..n \tag{6.63}$$

$$\beta_j = 1\ \text{при}\ \gamma_j < 1\quad \text{и}\quad \beta_j = 0\ \text{при}\ \gamma_j = 1\qquad j = 1..n \tag{6.64}$$

$$m = \Sigma_{j=1}^{n}\ \beta_j \tag{6.65}$$

$$\gamma = \prod_{j=1}^{m} \gamma_j^{\frac{\beta_j}{m}}\ \text{при}\ m \ge 1\quad \text{и}\quad \gamma = 1\ \text{при}\ m = 0 \tag{6.66}$$

Этим алгоритмом можно оценить состояние любой двухуровневой функциональной целостной системы. Величиной γ будет оцениваться состояние самой системы S, а величинами

$$\gamma_j; \ \ j = 1..n \tag{6.67}$$

будут оцениваться состояния ее функциональных элементов.

Теперь можно показать, что вообще

$$\gamma_j = \frac{MO_j}{M_{j0}} \ \text{ при } M0_j \le M_{j0}$$

и $\qquad j = 1..n \qquad (6.68)$

$$\gamma_j = 2 - \frac{MO_j}{M_{j0}} \ \text{ при } M0_j > M_{j0}$$

В самом деле, пусть сначала имеет место

$$MO_j \le M_{j0}; \ \ j = 1..n \tag{6.69}$$

Согласно (6.59), (6.60) и (6.69) имеют место

$$a_j = \Delta_j; \ j = 1..n \tag{6.70}$$

и

$$d_j = +1; \ j = 1..n \tag{6.71}$$

Из (6.59), (6.61), (6.69) и (6.71) получаем

$$b_j = 1; \ j = 1..n$$

Отсюда и из (6.62), (6.69) и (6.70) имеем

$$\delta_j = \frac{MO_j - \Delta_j}{M_{j0} - \Delta_j}; \ j = 1..n \tag{6.72}$$

Из (6.63) и (6.72) находим

$$\gamma_j = 1 - P\,(1 - \frac{MO_j - \Delta_j}{M_{j0} - \Delta_j}); \ \ j = 1..n$$

или с учетом (6.7) окончательно

$$\gamma_j = \frac{MO_j}{M_{j0}}; \ \ j = 1..n$$

Итак,

$$\gamma_j = \frac{MO_j}{M_{j0}} \text{ при } MO_j \le M_{j0};\ j = 1..n \qquad (6.73)$$

Пусть теперь имеет место

$$MO_j > M_{j0};\ j = 1..n \qquad (6.74)$$

Согласно (6.59), (6.60) и (6.74) имеют место

$$a_j = 2M_{j0} - \Delta_j;\ j = 1..n \qquad (6.75)$$

и

$$d_j = -1;\ j = 1..n \qquad (6.76)$$

А из (6.59) и (6.74) имеем

$$a_j > MO_j;\ j = 1..n$$

С учетом этого из (6.61) и (6.76) получаем

$$b_j = 1;\ j = 1..n$$

Отсюда и из (6.62) и (6.75) имеем

$$\delta_j = \frac{2M_{j0} - \Delta_j - MO_j}{M_{j0} - \Delta_j};\ j = 1..n \qquad (6.77)$$

Из (6.63) и (6.77) находим

$$\gamma_j = 1 - P\left(1 - \frac{2M_{j0} - \Delta_j - MO_j}{M_{j0} - \Delta_j}\right);\ j = 1..n$$

или с учетом (6.7) окончательно

$$\gamma_j = 2 - \frac{MO_j}{M_{j0}};\ j = 1..n$$

Итак,

$$\gamma_j = 2 - \frac{MO_j}{M_{j0}} \text{ при } MO_j > M_{j0};\ \ j = 1..n$$

Отсюда и из (6.73) находим

$$\gamma_j = \frac{MO_j}{M_{j0}} \text{ при } MO_j \le M_{j0}$$

и j = 1..n

$$\gamma_j = 2 - \frac{MO_j}{M_{j0}} \text{ при } M0_j > M_{j0},$$

то есть получаем (6.68).

Величина γ_j, согласно (6.68), действительно является **мерой близости** MO_j к своей точечной норме M_{j0}.

Справедливостью формулы (6.68) еще раз подтверждается справедливость алгоритма, который составлен совокупностью соотношений: (6.59), (6.60), (6.61), (6.62) и (6.63). Этим алгоритмом, как видно, устанавливается та же величина γ_j, что и формулой (6.68).

Итак, **величину γ_j можно установить как с помощью вышеприведенного алгоритма, так и с помощью формулы (6.68).**

Однако предпочтительно оперировать формулой (6.68).

Дело в том, что, во-первых, смысл формулы (6.68), в отличие от формулы (6.63), является вполне понятным и логичным. Во-вторых, что очень важно, в случае применения формулы (6.68), оценку общего состояния системы, то есть величину γ можно установить следующим простейшим алгоритмом:

$$\Delta_j = (1 - P)\, M_{j0};\ j = 1..n$$

$$MO_j = \mathrm{Round}(\frac{M_j}{\Delta_j}, 0).\Delta_j;\ j = 1..n$$

$$\gamma_j = \frac{MO_j}{M_{j0}} \text{ при } M0_j \le M_{j0}$$

и j = 1..n (6.78)

$$\gamma_j = 2 - \frac{MO_j}{M_{j0}} \text{ при } M0_j > M_{j0}$$

$\beta_j = 1$ при $\gamma_j < 1$ и $\beta_j = 0$ при $\gamma_j = 1$; $j = 1..n$

$m = \Sigma_{j=1}^{n} \beta_j$

$$\gamma = \prod_{j=1}^{m} \gamma_j^{\frac{\beta_j}{m}} \text{ при } m \geq 1 \text{ и } \gamma = 1 \text{ при } m = 0$$

В итоге теперь вместо алгоритма (6.56) можно оперировать следующим простейшим алгоритмом.

$\Delta_j(i) = (1 - P)\, M_{j0}(i)$; $j = 1..n$; $i = 0..N$

$MO_j(i) = \mathrm{Round}(\frac{M_j(i)}{\Delta_j(i)},0).\Delta_j(i)$; $j = 1..n$; $i = 0..N$

$$\gamma_j(i) = \frac{M0_j(i)}{M_{j0}(i)} \text{ при } MO_j(i) \leq M_{j0}(i)$$

и $\qquad j = 1..n;\ i = 1..N \qquad (6.79)$

$$\gamma_j(i) = 2 - \frac{M0_j(i)}{M_{j0}(i)} \text{ при } M0_j(i) > M_{j0}(i)$$

$\beta_j(i) = 1$ при $\gamma_j(i) < 1$ и $\beta_j(i) = 0$ при $\gamma_j(i) = 1$; $j = 1..n$; $i = 0..N$

$m(i) = \Sigma_{j=1}^{n} \beta_j(i)$; $i = 0..N$

$$\gamma(i) = \prod_{j=1}^{m(i)} \gamma_j(i)^{\frac{\beta_j(i)}{m(i)}} \text{ при } m(i) \geq 1 \text{ и } \gamma(i) = 1 \text{ при } m(i) = 0;\ i = 0..N$$

А вместо алгоритма (6.58) можно написать, что

$\Delta_j(i) = (1 - P)\, M_{j0}(i)$; $j = 1..n(s)$; $s = 1..N_i$; $i = 0..N$

$bO_j(s,i) = \mathrm{Round}(\frac{b_j(s,i)}{\Delta_j(i)},0).\Delta_j(i)$; $j = 1..n(s)$; $s = 1..N_i$; $i = 0..N$

$$\gamma_j(s,i) = \frac{bO_j(s,i)}{M_{j0}(i)} \text{ при } bO_j(s,i) \leq M_{j0}(i)$$

и $j = 1..n(s); s = 1..Ni; i = 0..N$ (6.80)

$$\gamma_j(s,i) = 2 - \frac{b0_j(s,i)}{M_{j0}(i)} \text{ при } b0_j(s,i) > M_{j0}(i)$$

$\beta_j(s,i) = 1$ при $\gamma_j(s,i) < 1$ и $\beta_j(s,i) = 0$ при $\gamma_j(s,i) = 1$;

$j = 1..n(s); s = 1..N_i; i = 0..N$

$m(s,i) = \Sigma_{j=1}^{n} \beta_j(s,i); s = 1..N_i; i = 0..N$

$$\gamma(s,i) = \prod_{j=1}^{m(s,i)} \gamma_j(s,i)^{\frac{\beta_j(s,i)}{m(s,i)}} \text{ при } m(s,i) \geq 1 \text{ и } \gamma(s,i) = 1 \text{ при } m(s,i) = 0; s = 1..N_i;$$

$i = 0..N$

6.6 Самый важный синергетический параметр порядка систем

Выше были введены три важнейших синергетических параметра порядка систем:

- вероятность обоснованности принимаемых решений P;
- вероятностный предел познания истины P_0;
- мера проявления единого интегративного качества $\gamma(0)$.

Величина P является **интегральной характеристикой фактического** состояния целостной системы S, и она определяется по совокупности данных:

$$M_j, S_j \text{ и } N_j; j = 1..n$$

Величина P_0 является **интегральной характеристикой нормального** состояния целостной системы S, и она определяется по совокупности данных:

$$M_{j0}, S_{j0} \text{ и } N_{j0}; j = 1..n$$

Величина $\gamma(0)$, как было показано в параграфе 6.5, является **оценкой** фактического состояния всей целостной системы S. Она, в отличие от P, служит **интегральной характеристикой не самого фактического состояния целостной** системы S, а **проявления ее ЕИК**.

При этом величина $\gamma(0)$ принимает свое наибольшее возможное значение, то есть она является равной 1 тогда и только тогда, когда целостная система S находится своем самом лучшем возможном — нормальном — состоянии. Но в этом случае по определению величин P и P_0 имеет место: $P = P_0$.

В итоге

$$\gamma(0) = 1 \leftrightarrow P = P_0 \tag{6.81}$$

Как условие (6.81), так и условия

$$0 < P \leq P_0 \text{ и } 0 < \gamma(0) \leq 1,$$

всегда будут выполняться, если положим, что вообще

$$\gamma(0) = \frac{P}{P_0} \tag{6.82}$$

Последняя зависимость указывает на то, что величина $\gamma(0)$ содержит в себе сведения как о величине P, так и о величине P_0. Следовательно, **она является самим важным синергетическим параметром порядка систем**.

6.7 Мера корректности исходных данных

Величины P и P_0, как было показано в главе 5, устанавливаются исключительно по одной совокупности данных B.

Исключительно по той же одной совокупности данных B устанавливается и величина $\gamma(0)$.

Следовательно, если совокупность B составлена корректно, то должны иметь место:

$$\gamma 1 \equiv \gamma(0) \text{ и } \gamma 2 = \gamma(0)$$

или в конечном счете

$$\gamma 1 = \gamma 2, \tag{6.83}$$

где

$\gamma 1$ — значение $\gamma(0)$, установленное непосредственно по данным B;

$\gamma 2$ — значение $\gamma(0)$, установленное по формуле (6.82).

Обозначим

$$\alpha = \frac{\min(\gamma 1,\ \gamma 2)}{\max(\gamma 1,\ \gamma 2)} \tag{6.84}$$

Отсюда

$$\alpha = 1 \leftrightarrow \gamma 1 = \gamma 2$$

Определение 1

Пусть B — совокупность результатов обследования целостной системы S.

Говорят, что совокупность исходных данных B составлена:

- корректно, если $\alpha = 1$,
- практически корректно, если $0.95 \le \alpha < 1$,
- некорректно, если $\alpha < 0.95$.

О величине α говорят, что она является **мерой корректности исходных данных**.

Итак, совокупность B составлена практически корректно, если

$$\alpha \ge 0.95 \tag{6.85}$$

Если условие (6.85) не выполняется, то в первую очередь выясняют, является ли множество

$$y_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

генеральной совокупностью. Если — да, то выясняют, является ли среды N групп целостных систем нижнего уровня группа $i = i_0$, для которой имеет место: $\gamma(i) \approx 1$. Если такая группа среды рассматриваемых групп не имеется, то в совокупности B не будут все необходимые данные. Если, например, оценивается состояние конкретного больного человека, то следует выяснить, имеется ли в среды данных B данные обследования группы практически здоровых людей соответствующего пола и возраста. Если в совокупности B таких данные нет, то ею корректно не будет описана проблема, которая стоит перед больным человеком в момент его обследования.

6.8 Закон полноты проявления ЕИК

Оценка фактического состояния $\gamma(0)$ каждой ЦС S, согласно (6.82), является тем высокой, чем большей является вероятность обоснованности принимаемых в этой системе решений. Наивысшей, то есть равной 1, величина $\gamma(0)$ является при $P = P_0$, то есть когда ЦС S находится в свое самое лучшее возможное — нормальное — состояние.

Как видно, вывод тривиален! Тривиальным является и вывод: оценка фактического состояния $\gamma(0)$ каждой ЦС S является тем точней, чем большими являются величины P и P_0. Наиболее точной эта оценка будет при $P = P_0 \approx 1$, когда, согласно (6.7) и (6.11), имеет место

$$\Delta_j = \Delta_{j0} \approx 0 \text{ для всех } j = 1..n,$$

где

Δ_j — системная единица измерения j-го первичного показателя качества функционирования ЦС S;

Δ_{j0} — значения Δ_j при $P = P_0$.

Оба выше приведенных вывода являются справедливыми для любых значений величин P и P_0 из области

$$0.5 \le P \le P_0 < 1$$

Следовательно, зависимость (6.82) является справедливой для любой целостной системы, начиная от той, для которой имеет место

$$P = P_0 \approx 1 \qquad (6.86)$$

и кончая той, для которой выполняется условие

$$P = P_0 = 0.5 \qquad (6.87)$$

Материальные реальности, для которых имеет место (6.86), как было показано в параграфе 4.4, являются выраженными целостными системами. Все биологические системы являются именно такими системами [79].

Что касается материальных реальностей, для которых имеет место (6.87), то эти материальные реальности являются целостными системами в той мере, какою они не являются целостными системами. Эти материальные реальности всегда находятся в одно-единственное — неопределенное — состояние, которое, следовательно, является их нормальным состоянием. Показано, что Вселенная является именно такой материальной реальностью [78,79].

Все выше сказанное указывает на то, что **зависимость (6.82) является выражением одной из самых общих закономерностей живой и неживой природы.**

Впервые зависимость (6.82) была приведена в нашей работе: **«Самый важный синергетический параметр порядка систем»** [111].

Итак, Закон полноты проявления единого интегративного качества гласит:

«Единое интегративное качество каждой МР S полностью проявляется тогда и только тогда, когда $P = P_0$, то есть когда эта МР находится в нормальном состоянии,
где

P — вероятность обоснованности принимаемых в МР S решений;

P_0 — наибольшее возможное значение P в момент обследования МР S.

В том случае, когда $P < P_0$, единое интегративное качество МР S проявляется частично в той мере, какою величина P является близко к своему верхнему предельному значению P_0».

Впервые этот закон был сформулирован в нашей работе [140].

6.9 Количественное определение состояния здоровья больного человека

6.9.1 Определение состояния здоровья типичного больного

Для определения величины γ(0), как было показано в параграфе 6.5, необходимо знание всей совокупности данных:

$$M_j = M_j(0);\ S_j = S_j(0);\ N_j = N_j(0);\ j = 1..n \qquad (6.88)$$

Эти данные, как видно, являются характеристиками фактического состояния **типичного представителя** объектов управления СОУ S.

В итоге **величина γ(0), являясь интегральной характеристикой реализации возможностей всей СОУ S, одновременно является оценкой фактического состояния ТП объектов управления всей этой СОУ.**

Пусть

$$B = \{b_j(s,i);\ j = 1..n(s,i);\ n(s,i) \le n;\ s = 1..N_i;\ i = 1..N\} \qquad (6.89)$$

— результаты обследования $N \ge 2$ групп людей такие, что выполняются следующие два условия:

1. Величины

$$P,\ P_0 \text{ и } M_{j0};\ j = 1..n \qquad (6.90)$$

являются общими характеристиками для всех N групп людей,
где

$b_j(s,i)$ — значение j-го показателя состояния s-го человека i-й группы;

$n(s,i)$ — количество обследованных показателей состояния s-го человека i-й группы;

n — общее количество показателей состояния всех N групп людей;

N_i — количество людей i-й группы;

P — вероятность обоснованности принимаемых решений в системе S, описываемой совокупностью данных B;

P_0 — наибольшее возможное значение P в системе S;

M_{j0} — общий естественный глобальный оптимум j-го показателя состояния всех N групп людей.

2. Имеет место:

$$\gamma(i) \ne \gamma(k) \text{ при } i \ne k;\ i,k = 1..N$$

где

$\gamma(i)$ — оценка состояния типичного представителя (ТП) i-й группы людей.

Имея в своем распоряжении совокупность данных B, можно установить величины:

$$M_j(i);\ j = 1..n;\ i = 0,\ 1..N,$$

где

$$M_j(i) = \frac{1}{N_i} \sum_{s=1}^{N_i} b_j(s,i)$$

В итоге с помощью алгоритма, изложенного в параграфе 6.5.1, всегда можно определить количественно состояние здоровья типичного больного (ТБ) каждой i-й группы людей.

6.9.2 Определение состояния здоровья конкретного больного

Оценка состояния ТБ представляет интерес для специалистов, занятых решением **научных** проблем. Лечащего врача интересует оценка фактического состояния его пациента. При этом в распоряжении лечащего врача, как правило, находятся результаты **одноразового** обследования фактического состояния больного, то есть одни данные:

$$b_j(s,i);\ j = 1..n_j(s,i);\ s = s_0;\ i = i_0;\ s_0 = 1..N_i;\ i_0 = 1..N \qquad (6.91)$$

В распоряжение современного лечащего врача также всегда находятся и данные:

$$A_{j0};\ j = 1..n,$$

где

A_{j0} — область статистической нормы j-го показателя состояния s-го больного.

Если

$$b_j(s,i) \in A_{j0};\ j = 1..n_j(s,i);\ s = s_0;\ i = i_0;\ s_0 = 1..N_i;\ i_0 = 1..N$$

то j-й показатель состояния s-го больного с точки зрения лечащего врача находится в пределах статистической нормы.

Для оценки фактического состояния конкретного больного с помощью настоящего метода, кроме данных (6.91), должны быть известными данные (6.90).

Величины (6.90) устанавливают по совокупности данных В. Алгоритм их определения приведен в главе 5.

Зная данные (6.90) и (6.91), можно установить и величины:

$\Delta_j(i)$, $bO_j(s,i)$, $\gamma_j(s,i)$, $\beta_j(s,i)$, $m(s,i)$ и $\gamma(s,i)$; $j = 1..n(s,i)$; $s = 1..N_i$; $i = 0..N$

Их устанавливают с помощью последовательности соотношений:

$$\Delta_j(i) = (1-P)\,M_{j0}(i);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N_i;\ i = 0..N$$

$$bO_j(s,i) = \mathrm{Round}\left(\frac{b_j(s,i)}{\Delta_j(i)}, 0\right).\Delta_j(i);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N_i;\ i = 0..N$$

$$\gamma_j(s,i) = \frac{bO_j(s,i)}{M_{j0}(i)} \text{ при } bO_j(s,i) \le M_{j0}(i)$$

и $\qquad j = 1..n(s);\ s = 1..N_i;\ i = 0..N \qquad (6.92)$

$$\gamma_j(s,i) = 2 - \frac{b0_j(s,i)}{M_{j0}(i)} \text{ при } b0_j(s,i) > M_{j0}(i)$$

$$\beta_j(s,i) = 1 \text{ при } \gamma_j(s,i) < 1 \text{ и } \beta_j(s,i) = 0 \text{ при } \gamma_j(s,i) = 1;$$

$$j = 1..n(s);\ s = 1..N_i;\ i = 0..N$$

$$m(s,i) = \sum_{j=1}^{n} \beta_j(s,i);\ s = 1..N_i;\ i = 0..N$$

$$\gamma(s,i)\ \prod_{j=1}^{m(s,i)} \gamma_j(s,i)^{\frac{\beta_j(s,i)}{m(s,i)}} \text{ при } m(s,i) \ge 1$$

и $\qquad s = 1..N_i;\ i = 0..N$

$$\gamma(s,i) = 1 \text{ при } m(s,i) = 0$$

Как видно, для того, чтобы можно было оценить состояние конкретного больного, сначала должен быть, по крайней мере, один раз выполнен системный анализ данных В. Это вполне логично.

Итак, зная данные (6.89), (6.90) и (6.91), можно определить состояние здоровья любого s-го больного человека любой i-ой группы.

6.9.3 Учет индивидуальных норм

Величина P_0, как мы знаем, является общей интегральной характеристикой **нормального** состояния всех N групп людей.

Обозначим

$$\Delta_{j0}(i) = (1 - P_0) \cdot M_{j0}(i);\ j = 1..N_i;\ i = 1..N$$

и

$$A_{j0}(i) = [(M_{j0}(i) - \Delta_{j0},\ M_{j0}(i) + \Delta_{j0}];\ j = 1..N_i;\ i = 1..N,$$

где $A_{j0}(i)$ — область нормы j-го первичного показателя состояния здоровья ТБ группы больных людей.

Оценка состояния здоровья s-го больного человека i-ой группы будет более точной, если величины

$$\gamma_j(s,i);\ j = 1..n(s,i);\ s = 1..N_i;\ i = 1..N$$

установим с помощью соотношения:

$$\gamma_j(s,i) = \frac{b_j(s,i)}{M_{j0}(i)} \quad \text{при } b_j(s,i) \le M_{j0}(i)$$

и

$$\gamma_j(s,i) = 2 - \frac{b_j(s,i)}{M_{j0}(i)} \quad \text{при } b_j(s,i) > M_{j0}(i),$$

где n(s,i) — количество обследованных показателей s-го больного i-ой группы.

Итак, установив совокупность данных B **один** раз, можно определить количественно состояние здоровья любого пациента.

6.9.4 Выбор тактики лечения

По совокупности результатов обследования s-го больного, то есть данных (6.91) и известных величин (6.90), устанавливают оценки

$$\gamma_j(s): j = 1..n, \qquad (6.93)$$

где $\gamma_j(s)$ — оценка состояния s-го больного по j-му первичному показателю его состояния здоровья.

Проверяют, выполняется ли условие

$$\gamma_j(s) = 1 \text{ для всех } j = 1..n \qquad (6.94)$$

Если условие (6.94) выполняется, то считают, что человек является здоровым, и его лечение прекращают.

Если условие (6.94) не выполняется, то для каждого j-го показателя выясняют, имеет ли место

$$\gamma_j(s) = 1; j = j_0; j_0 = 1..n \qquad (6.95)$$

Если условие (6.95) выполняется, то меры, принимаемые ранее по улучшению j-го первичного показателя, считают обоснованными. Новых мер не принимают, но продолжают следить за j-м показателем.

Если условие (6.95) не выполняется, то выясняют, какое из неравенств

$$b_j(s) < M_{j0} \text{ или } b_j(s) > M_{j0}$$

имеет место.

Если выполняется первое неравенство, то врач принимает меры, которые должны способствовать **увеличению** j-го первичного показателя состояния здоровья больного. А если выполняется второе неравенство, то меры, принимаемые врачом, должны способствовать **уменьшению** j-го первичного показателя.

Следует отметить, что врач в первую очередь должен позаботиться об улучшении тех показателей, которые имеют самые низкие оценки.

Через определенное время больной обследуется врачом повторно и устанавливаются новые оценки его состояния по всем первичным показателям. Если потребуется, производят корректировку тактики лечения больного.

6.10 Усовершенствованный вероятностно-статистический метод системного оценивания качества функционирования объектов управления (УВСМСО) и компьютерные программы, созданные его применением

Первую компьютерную программу мы создали в 1985 году [50]. Она была написана на языке Turbo Basic для советской вычислительной машины «Искра 226».

Метод, который использовался в вышеуказанной компьютерной программе, мы назвали вероятностно-статистическим методом системного оценивания (ВСМСО).

ВСМСО нашел применение как в медицинских, так и в биологических научных исследованиях. С его применением и моим непосредственным участием подготовлены и защищены, в частности, диссертации:

1. Давитая Г. Ш. Острый живот у детей (Клинико-экспериментальные исследования) : диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук. — Москва, 1988. — 250 с.
2. Дзидзигури Л. М. Значение иммунной системы в патогенезе атеросклероза и ишемической болезни сердца : диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук. — Ереван, 1989. — 219 с.
3. Датешидзе М. Н. Состояние иммунного статуса больных ревматоидным артритом и возможности иммунной коррекции трофобластическим-бета 1-гликопротеином и некоторыми базисными препаратами : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. — Тбилиси, 1990. — 120 с.

4. Рачвелишвили Н. В. Клинико-прогностическое значение субпопуляционных особенностей иммуннокомпетентных клеток крови при хроническом гепатите и церрозе печени вирусной и алкогольной природы : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. — Тбилиси, 1990. — 154 с.

5. Какауридзе Н. Г. Об изменении некоторых микроструктур кожи при атеросклерозе : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. — Тбилиси, 1993. — 154 с.

6. Антипова О. С. Моделирование, алгоритмизация и рациональная диагностика тревожно-депресивных расстройств на этапе амбулаторной психиатрической помощи : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. — Воронеж, 2004. — 132 с.

В 1999 году на вышеуказанный метод был получен патент: Патент № 2141791 Российская Федерация, МПКА61В 10/00(2006.01). Способ определения степени здоровья человека : № 98105636/14 : заявлено 31.03.1998 : опубликовано 27.11.1999 / А. П. Хускивадзе, А. А. Хускивадзе ; патентообладатель И. Ю. Ходыревская. — 4 табл. : 4 ил.

В последующем этот метод шаг за шагом совершенствовался. Была расширена и область его применения. Теперь в нашем распоряжении имеется метод, которым количественно можно определить состояние любого объекта управления, включая государство. Этот метод, описанный в настоящей работе, можно назвать **усовершенствованным вероятностно-статистическим методом системного оценивания качества функционирования объектов управления (УВСМСО)**.

С применением УВСМСО нами было создано шесть компьютерных программ. Первые три из них внесены в Государственный реестр программ для ЭВМ Российской Федерациий под номерами:

2013 613703RU, RU 2013 619297, RU 2013 661734.

В Государственный реестр программ для ЭВМ Российской Федерации внесены также пятая и шестая компьютерные программы:

«Оптимизатор ресурсов — 3» и «Оптимизатор ресурсов — 4». Их регистрационные номера: 2RU018 610154 и RU2019 611714.

Компьютерные программы «Оптимизатор ресурсов — 3» и «Оптимизатор ресурсов — 4» отличаются от предыдущих компьютерных программ тем, что с их помощью, кроме прочего, можно определить **вероятность достоверности исходных данных Р***.

Величину Р* для технических и других искусственных систем можно установить по результатам обследования средств измерений, которые используются в этих системах. Способ ее определения описан в главе 5.

Заметим, **что в настоящее время величину Р* не устанавливают, а задают**.

Компьютерная программа «Оптимизатор ресурсов — 3» в 2017 году нами была передана в распоряжение Коллегии Военно-промышленной комиссии РФ и Департамента развития Электронного Правительства РФ Минкомсвязи России. Последнему мною также был передан алгоритм работы компьютерной программы «Системный анализ входных и выходных числовых данных в органах управления государства и оптимизация внутренних ресурсов государства (Оптимизатор ресурсов государства)». Этот алгоритм отличается от алгоритма компьютерной программы «Оптимизатор ресурсов — 3» только одним: он изложен на языке специалистов, которые отвечают за нормальное функционирование Электронного Правительства РФ и его дальнейшее усовершенствование.

Все вышеперечисленные компьютерные программы написаны на языке Mathcad–15.

В 2019 году А. Л. Кулапиным и К. С. Жевнеровым с применением УВСМСО была разработана компьютерная программа «Оптимизация внутренних ресурсов системы объектов управления (Оптимизатор — 5)» [112]. У этой компьютерной программы имеется современный интерфейс, и чтобы ею пользоваться, вполне достаточно:

- быть знакомым с руководством пользователя этой программы;
- уметь общаться с интернетом.

Однако с помощью этой программы можно определить фактическое состояние лишь самой ЦС S и типичных представителей групп целостных систем нижнего уровня. Ею нельзя определить фактическое состояние отдельно взятой целостной системы нижнего уровня.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В книге изложена синергетическая теория целостных систем — Теория целостности. Создание этой теории, кроме прочего, позволило разработать универсальный способ системного анализа качества функционирования управляемых объектов. С его помощью путем решения **естественной задачи многокритериальной оптимизации** в реальном режиме времени вырабатываются рекомендации, реализация которых приводит систему объектов управления к наилучшему — нормальному — состоянию.

Под естественной задачей многокритериальной оптимизации имеется в виду следующее.

Каждому из нас многократно приходилось наблюдать, как бежит ручей, только что возникший во время дождя! Он все время изыскивает и находит самый удобный путь! Значит, он, перебирая множество возможных вариантов, в каждый момент времени останавливается на одном из них, т. е. «**принимает решение**». Так поступает не только ручей! **Решение принимается всюду: как в живой, так и неживой природе!** Этот факт в настоящее время в общем-то признается научным сообществом. Говорят, например, о компьютерах, принимающих решения [114, с. 15], о целенаправленном поведении животных [115] и т. д. Однако в подавляющем большинстве случаев, когда речь идет о принятии решений, как правило, имеют в виду **принятие решения человеком**. Это основное и самое успешно развиваемое направление современной теории принятия решений [114–128].

Обоснование управленческих решений в настоящее время главнымобразом осуществляют с помощью так называемых **человеко-машинных процедур (ЧМП)** [123, 124]. И многие решения, полученные такими методами, очень часто являются **успешными**!

Точнее, они являются успешными с точки зрения достижения **определенных — корпоративных и других — частных целей**, т. е. целей, стоящих перед некоторыми **частями** целостной системы. Но они далеко не всегда являются успешными с точки зрения достижения цели, которая стоит перед **самой целостной системой**. Отсюда проблемы с экологией, противостояние между различными группами людей, войны между государствами и т. д.

Каждой из компьютерных программ, разработанных нами, задача многокритериальной оптимизации решается **без ЧМП**. И что самое важное, принятое решение всегда является успешным. Оно является успешным **с точки зрения достижения цели, стоящей перед самой системой**. Обеспечивается этот успех исключительно **путем рационального использования внутренних ресурсов** системы.

С помощью указанныхкомпьютерных программ по **одним фактическим результатам** обследования СОУ S определяются особые точечные значения

$$M_{j0};\ j = 1..n \tag{1}$$

переменных

$$y_j(s);\ j = 1..n(s):\ s = 1..N, \tag{2}$$

где

n — количество характеристик фактического состояния СОУ S в момент ее обследования;

n(s) — количество характеристик фактического состояния s-го ОУ в момент обследования СОУ S.

Величины (1) таковы, что выполняются следующие условия:

1. Имеет место

$$y_j(s) = M_{j0} \Leftrightarrow y_i(s) = M_{i0} \text{ для всех } j, i = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N, \tag{3}$$

т. е. значения (1) переменные (2) могут принимать **совместно и только совместно**.

2. СОУ S находится в **наилучшем** состоянии и может полностью справиться со стоящей перед ней задачей тогда и только тогда, когда

$$y_j(s) \in A_{j0} \text{ для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N, \qquad (4)$$

где A_{j0} — область нормы переменной $y_j(s)$ в момент обследования СОУ S.

3. Справедлива зависимость

$$M_{j0} \in A_{j0};\ j = 1..n,$$

т. е. величины (1) всегда находятся в пределах нормы.

Необходимость выполнения условия (3) обусловлена тем, что каждая СОУ S является целостной системой.

Величины (1) нами названы **общими естественными глобальными оптимумами;** они являются общими для всех объектов управления, входящих в СОУ S. Более того, они являются общими для всего **класса систем**, к которому принадлежит СОУ S. Например, у всех людей одной половозрастной группы имеются общие нормы артериального давления, частоты дыхания и т. д.

Общие естественные глобальные оптимумы имеют одно очень важное свойство: все они остаются **неизменными в течение достаточно длительного** интервала времени. Этот интервал времени в биологии называют **возрастным периодом биологического вида.**

Отчетливые возрастные периоды имеют не только живые организмы! Такие периоды имеются у любой целостной системы как живой, так и неживой природы. В этом суть **Закона скачкообразного перехода из одного качественного состояния в другое**!

Итак, в каждом возрастном периоде СОУ S имеет вполне определенные общие естественные глобальные оптимумы. Благодаря этому, установив эти оптимумы один раз, скажем, в момент времени t ($t_1 \le t < t_2$), в дальнейшем ими **можно оперировать, по крайней мере, в течение всего времени от t до t_2,**

где

t_1 — начало возрастного периода, к которому в момент времени t принадлежит СОУ S;

t — время обследования СОУ S;

t_2 — конец возрастного периода, к которому в момент времени t принадлежит СОУ S.

Вообще этими нормами можно оперировать и в случае любой другой СОУ **заданного класса** в течение всего времени существования этого класса.

Как указывалось выше, каждая СОУ S как **целостная система** в нормальном состоянии может находиться тогда и только тогда, когда в пределах нормы будут находиться все без исключения величины, служащие характеристиками ее фактического состояния. Отсюда задача, стоящая перед каждой СОУ S: создать условия, когда все переменные, служащие характеристиками ее фактического состояния, будут находиться в пределах своих норм.

Эта задача стоит перед каждой целостной системой как живой, так и неживой природы. Она является **естественной задачей многокритериальной оптимизации**.

Особенность естественной задачи многокритериальной оптимизации такова, что в качестве каждого **частного критерия** в ней выступает **требование** выполнения условия:

$$y_j(s) \in A_{j0};\ j = j_0;\ s = s_0;\ j_0 = 1..n(s_0) \text{ и } s_0 = 1..N$$

Если это условие выполнятся для всех величин

$$y_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N, \qquad (5)$$

то СОУ S находится в нормальном состоянии. Во всех других случаях она не будет находиться в нормальном состоянии.

В итоге естественная задача многокритериальной оптимизации представляет собой $\mathbf{n_0}$ **— критериальную задачу оптимизации**, где

$$n_0 = \sum_s^N n(s)$$

Между величинами (5), служащими характеристиками фактического состояния СОУ, разумеется, могут быть какие угодно зависимости и не только линейные! Более того, в одних ситуациях эти зависимости могут быть одними, в других — другими и т. д. Однако для определения общих естественных глобальных оптимумов (1) с помощью способа, применяемого в наших компьютерных программах, как указывалось выше, **достаточно знания одних результатов обследования фактического состояния СОУ**. Следовательно, нет необходимости в знании зависимостей, имеющих место между переменными, служащими характеристиками фактического состояния СОУ. Также **не требуется специалист**, который должен был бы заниматься определением зависимостей, имеющихся между характеристиками фактического состояния СОУ. Не требуется и специалист, который должен был бы заниматься определением весовых коэффициентов критериев. Точнее, эти коэффициенты всегда являются равными. Их равенство обусловлено тем, что каждая СОУ S в нормальном состоянии может находиться тогда и только тогда, когда в пределах нормы будут находиться все переменные, служащие характеристиками ее фактического состояния.

Итак, нет **особой** необходимости, чтобы человек принимал участие в процессе выработки общих естественных глобальных оптимумов. **Они устанавливаются естественным образом, т. е. самой природой**. Этот способ используется всюду, как в живой, так и неживой природе! Можно сказать, что он является **естественным способом решения задачи многокритериальной оптимизации**.

Задача человека, принимающего решения: оперируя настоящим способом, **распознавать** общие естественные глобальные оптимумы СОУ S, управляемой каждым возрастнымо периодом, и использовать эти оптимумы во время принятия решения. Тут, разумеется, без специалистов не обойтись! Но теперь они нужны на следующих этапах принятия решения:

Этап 1. Определение совокупности переменных, которые должны служить в качестве первичных характеристик состояния **конструируемой** СОУ S, т. е. определение сущности — **назначения** — последней. Такая задача возникает не только при разработке технических систем! Она также возникает при воспитании будущих специалистов, исследовании различных патологических состояний живых организмов, в генной инженерии, при управлении государством и т. д.

Этап 2. Обследование фактического состояния уже **работающей** СОУ S и сбор результатов ее обследования.

Этап 3. Обработка результатов обследования СОУ на компьютере.

Этап 4. Изучение рекомендаций, выработанных компьютером, и принятие решения; если рекомендации не отвечают целям, стоящим перед лицом, принимающим решения (ЛПР), то это ЛПР производит пересмотр совокупности величин (2), т. е. уточняет назначение СОУ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Реализованный нормальный закон распределения вероятностей и определение его параметров[1]

Постановка задачи

Генеральное среднеарифметическое и генеральное среднеквадратическое отклонения как параметры нормального закона являются важнейшими характеристиками числовых наборов [129, с. 101]. Эти величины, как правило, являются неизвестными [130, с. 15]. На практике вместо них часто оперируют выборочным среднеарифметическим и выборочным среднеквадратическим отклонением.

Однако в том случае, когда выборка является асимметричным числовым набором, выборочное среднеарифметическое и выборочное среднеквадратическое отклонение часто теряют смысл и ими нельзя оперировать [129, с. 95]. В таких случаях ограничиваются современными методами описательной статистики и оперируют квартилями числовых наборов.

Вместе с тем, в отличие от выборочного среднеарифметического и выборочного среднеквадратического отклонения, квартилями числовых наборов можно оперировать как в случае, когда выборка является симметричным числовым набором, так и в случае, когда выборка является асимметричным числовым набором. К тому же квартили «позволяют лучше характеризовать не только положение, но и разброс чисел набора» [131].

Возникают следующие вопросы:

1. Можно ли определить по квартилям числового набора параметры нормального закона распределения вероятностей?

2. Если да, то отличается ли этот нормальный закон от нормального закона распределения вероятностей Гауса? Если да, то чем?

[1] Приложение написано совместно А. Л. Кулапиным.

Ниже мы покажем, как с помощью тройки квартилей заданного числового набора можно установить параметры нормального закона распределения вероятностей.

Покажем также, чем этот нормальный закон распределения вероятностей отличается от нормального закона распределения вероятностей Гауса.

1 Квартили, асимметрия набора чисел и выбросы

Квартилями называют числа, которыми вариационный ряд набора чисел делится на четыре примерно равные по количеству чисел части.

Существует несколько способов определения квартилей. С ними можно ознакомиться, например, в работе [131]. Способ, изложенный ниже, в настоящее время является наиболее распространенным. Согласно этому способу, прежде всего упорядочивают набор чисел по возрастанию, т. е. составляют вариационный ряд набора. Числа, которые в наборе встречаются многократно, в вариационном ряду располагают одной группой и учитывают нужное количество раз.

Если количество чисел набора N нечетное, то число вариационного ряда с порядковым номером $k = \frac{1}{2}(N+1)$ будет медианой набора. Это число также называют вторым квартилем набора.

Если N четное, то медиану набора определяют по формуле:

$$\text{Медиана} = \frac{1}{2}(a + b),$$

где

a — последнее число первой половины вариационного ряда;

b — первое число второй половины вариационного ряда.

Если N четное, то медиана первой половины вариационного ряда будет нижним квартилем набора, а медиана второй половины вариационного ряда — верхним квартилем набора. Если N нечетное, то медиану набора вычеркивают из вариационного ряда. Останется вариационный ряд с четным количеством чисел. Медиана его первой половины будет нижним квартилем набора, а медиана второй половины — верхним квартилем набора.

Пусть A — конечный набор чисел.

Если

$$(Q-Q_1) = (Q_2-Q), \tag{1}$$

то говорят, что набор чисел A является симметричным,
где

Q — медиана набора чисел A;

Q_1 — нижний квартиль набора чисел A;

Q_2 — верхний квартиль набора чисел A.

Во всех других случаях набор чисел A является ассиметричным. Асимметричным является, например, набор чисел:

68, 63, 62, 59, 64, 100, 62, 65, 63, 58

В самом деле, вариационный ряд этого набора имеет вид:

58, 59, 62, 62, 63, 63, 64, 65, 68, 100

Отсюда

$$Q_1 = 62;\ Q = 63 \text{ и } Q_2 = 65$$

Как видно

$$(Q-Q_1) \neq (Q_2-Q),$$

т. е. условие (1) не выполняется.

В рассматриваемом наборе число 100 сильно отличается от всех остальных чисел. О таких числах говорят, что они являются **выбросами**.

Явление, характеризуемое выбросом, отличается от явления, описываемого основной массой чисел набора. Не исключено, что это будет очень важное явление. Поэтому выбросы изучают отдельно.

Вместе с тем для изучения явления, характеризуемого основной массой чисел набора, необходимо очищение этого набора от выбросов.

2 Реализованный набор чисел

Пусть A(G) — набор чисел, которым изучаемое нами массовое явление m(G) описывается точно, т. е. этот набор является генеральной совокупностью.

Набор чисел A(G), как правило, невозможно установить. В отличие от него, набор чисел A можно установить всегда.

Об уже установленном наборе чисел A можно говорить, что он является **реализованным числовым набором**.

Особенностью каждого реализованного числового набора A является то, что этот числовой набор:

- состоит из **конечного** количества чисел и изучаемое массовое явление m(G) описывается им, как правило, **приближенно;**
- имеет вполне определенную тройку квартилей.

3 Однородный набор чисел

Обозначим

$$k = \frac{Q_2 + Q_1 - 2\,Q}{Q_2 - Q_1} \qquad (2)$$

Этот коэффициент был введен английским статистиком А. Л. Баули [132]. Его называют квартильным коэффициентом асимметрии Баули [131].

Коэффициентом Баули можно оперировать в том случае, когда имеет место неравенство

$$(Q_2 - Q_1) > 0$$

Далее мы будем полагать, что это условие выполняется.

Согласно (2), имеют место:

$$k = 0 \text{ при } (Q_1 - 2Q + Q_2) = 0$$
$$k = +1 \text{ при } (Q_1 - 2Q + Q_2) = (Q_2 - Q_1)$$
$$k = -1 \text{ при } (2Q - Q_1 - Q_2) = (Q_2 - Q_1),$$

т. е. вообще

$$-1 \leq k \leq +1 \qquad (3)$$

Обозначим

$$R = (Q_2 - Q_1), \qquad (4)$$

О величине R говорят, что она является **квартильным размахом** набора чисел A.

Обозначим

$$b = Q + kR, \qquad (5)$$

Согласно (3) и (5), имеет место

$$b_1 \leq b \leq b_2, \qquad (6)$$

где

$$b = b_1 \text{ при } k = -1 \text{ и } b = b_2 \text{ при } k = +1 \qquad (7)$$

Как видно, через b_1 и b_2 обозначены минимально и максимально возможные значения величины b соответственно.

Из (5) и (7) имеем:

$$b_1 = Q - R \text{ и } b_2 = Q + R \qquad (8)$$

Отсюда

$$(b_2 - b_1) = 2R \qquad (9)$$

Квартильный размах R охватывает второй и третьи участки вариационного ряда числового набора A, и в его пределах находится примерно половина чисел числового набора A [131]. Следовательно, в области $[b_1, b_2]$, согласно (9), будет находиться почти столько же чисел, сколько чисел находится в самом числовом наборе A. Ими будут числа, которые являются возможными значениями величины b. Числа числового набора A, которые не являются возможными значениями величины b, согласно (4) и (5), в область $[b_1, b_2]$ попасть не могут.

Следовательно, в область $[b_1, b_2]$ никак не попадут числа, которые резко отличаются от основной массы чисел числового набора A.

О множестве чисел числового набора A, принадлежащих области $[b_1, b_2]$, можно говорить, что оно является однородным набором чисел.

4 Реализованный симметричный набор чисел

Положим, что набор чисел A такой, что имеет место

$$1 << N \leq n < \infty,$$

где

N — количество **общих** чисел числовых наборов A и A(G);

n — количество чисел числового набора A.

Как видно, если не все, то по крайней мере подавляющее большинство чисел числового набора A принадлежат к множеству A(G). Это означает, что подавляющее большинство чисел числового набора A служат характеристиками массового явления m(G).

Вообще

A(O) = A(G), если A = A(G) и $A(O) \subseteq A(G)$, если $A \neq A(G)$

где

A(O) — множество общих чисел числовых наборов A и A(G).

В таблице 1 приведена тройка взаимосвязанных числовых наборов: A, A(G) и A(O).

Все три набора чисел, приведенные в таблице 1, отличаются друг от друга, но незначительно.

Таблица 1

Пример тройки взаимосвязанных числовых наборов

	Обозн-ние	**Набор чисел**	**Кол-во**
1	A	5 10 15 20 25 25 35 40 45	9
2	A(G)	0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50	11
3	A(O)	5 10 15 20 35 40 45	7

Из таблицы 1 находим, что

$$Q_1 = 12{,}5;\ Q = 25 \text{ и } Q_2 = 37{,}5$$
$$Q_1(G) = 12{,}5;\ Q(G) = 25 \text{ и } Q_2(G) = 37{,}5$$
$$Q_1(O) = 12{,}5;\ Q(O) = 22{,}5 \text{ и } Q_2(O) = 37{,}5,$$

где

$$(Q_1(G),\ Q(G),\ Q_2(G)) \text{ и } (Q_1(O),\ Q(O),\ Q_2(O))$$

— тройки квартилей числовых наборов A(G) и A(O) соответственно.

Как видно, числовые наборы A и A(G) имеют одинаковых тройки квартилей.

Легко проверить, что

$$(Q - Q_1) = (Q_2 - Q) \text{ и } (Q(O) - Q_1(O)) \neq (Q_2(O) - Q(O))$$

Таким образом, наборы чисел A и A(G) являются симметричными. В отличие от них, набор чисел A(O) является асимметричным.

Данные таблицы 1 приводят к следующим выводам:

1. Набор чисел A может быть симметричным не только тогда, когда имеет место равенство

$$A = A(G),$$

но и тогда, когда $A \neq A(G)$.

2. Набор чисел A(O) вполне может быть асимметричным.

Набор чисел, введенный ниже, в отличие от набора чисел A(O), всегда является симметричным по определению.

Определение 1

Пусть C — симметричный набор чисел, такой, что выполняются следующие условия.

1. Набор чисел C состоит из n количества чисел.

2. Если набор чисел A является симметричным, то C = A.

3. Если набор чисел A является асимметричным, то:

- величина Q является общей медианой наборов чисел C и A;
- числа b_1 и b_2 являются самым маленьким и самым большим числами набора чисел C соответственно.

Тогда и только тогда говорят, что набор чисел C является **основной массой чисел числового набора A**.

О наборе чисел C также можно говорить, что он является **реализованным симметричным числовым набором**.

Ясно, что в том случае, когда C = A, имеют место:

$$b_1 = b_1(A) \text{ и } b_2 = b_2(A),$$

где

$b_1(A)$ — самое маленькое число числового набора A;

$b_2(A)$ — самое большое число числового набора A.

5 Реальное и реализованное массовые явления

В том случае, когда числовой набор A является асимметричным, о нем судят по тройке квартилей (Q_1, Q, Q_2), полагая, что этой тройкой квартилей определяется то же самое массовое явление, что и основной массой чисел числового набора A.

Точнее, изучая асимметричный числовой набор A, обычно рассматривают не саму тройку квартилей (Q_1, Q, Q_2), а пару (Q, R) [129].

Вообще парой величин (Q, R) с таким же успехом можно оперировать и в том случае, когда числовой набор A является симметричным.

Можно сказать, что пара (Q, R) является **общей** характеристикой всех числовых наборов, как симметричных, так и асимметричных.

Пусть H — множество числовых наборов, которые имеют одну общую пару величин (Q, R).

Пусть m — массовое явление, которое определяется числовым набором C точно.

Массовое явление m в той или иной степени может быть описано любым числовым набором, входящим в множество H. Однако числовым набором C, как указывалось выше, оно будет описано точно. Любым другим числовым набором массовое явление m будет описано лишь **приближенно**. Сказанное относится и к самому набору чисел A.

Набор чисел A может быть симметричным или асимметричным. В отличие от него, набор чисел A(G) как генеральная совокупность всегда является симметричным. Ввиду этого, равенство

$$A = A(G)$$

имеет место в том и только в том случае, когда набор чисел A является симметричным. Но тогда, по определению 1, имеет место C = A.

В итоге всегда выполняется одно из трех условий:

1. $C = A = A(G)$, если числовой набор A является симметричным и имеет место $A = A(G)$.

2. $C = A \neq A(G)$, если числовой набор A является симметричным и имеет место $A \neq A(G)$.

3. $C \neq A$, если числовой набор A является асимметричным.

В первом случае изучаемое массовое явление m(G) точно описывается как числовым набором C, так и числовым набором A.

Во втором случае симметричными числовыми наборами C и A точно описывается массовое явление m, которое отличается от массового явления m(G).

Массовое явление m(G) во втором случае числовыми наборами C и A описываются лишь **приближенно**, но с равной точностью.

В третьем случае симметричным числовым набором C точно описывается только массовое явление m. Массовое явление m(G) в этом случае симметричным числовым набором C описывается лишь приближенно.

В третьем случае массовое явление m(G) приближенно описывается и числовым набором A. Более того, можно показать, что в этом случае массовое явление m(G) набором чисел A описывается менее точно, чем оно описывается набором чисел C.

Покажем сначала, что массовое явление m(G) описывается более точно именно набором чисел C, нежели набором чисел A(0).

Выше было показано, что

$$C = A(G) \text{ при } A = A(G)$$

и

$$C \neq A(G) \text{ при } A \neq A(G)$$

Следовательно, вообще

$$C = A(G) \leftrightarrow A = A(G)$$

Вместе с тем для набора чисел A(0), как **общей частью** A(G) и A, имеют место:

$$A(0) = A(G) \text{ при } A = A(G)$$

и

$$A(0) \neq A(G) \text{ при } A \neq A(G),$$

т. е. вообще

$$A = A(G) \leftrightarrow A(0) = A(G)$$

В итоге, все четыре набора чисел C,A,A(0) и A(G) связаны между собой зависимостью:

$$C = A(G) \leftrightarrow A = A(G) \leftrightarrow A(0) = A(G)$$

Как видно

$$C = A(G) \leftrightarrow A(0) = A(G)$$

Это условие выполнимо, как в том случае, когда

$$A(0) \subseteq C \subseteq A(G) \tag{10}$$

так и в том случае, когда

$$C \subseteq A(0) \subseteq A(G)$$

Однако по определению A(0) должно иметь место неравенство:

$$N \leq n$$

Это неравенство будет справедливо в том и только в том случае, когда выполняется условие (10). Следовательно, **для числовых наборов C и A(0) всегда должно выполняться условие (10)**.

Далее мы будем полагать, что условие (10) всегда выполняется.

Итак, в том случае, когда $C \neq A$, согласно (10), набор чисел A(G) более близок к C, чем набору чисел A(0). Это означает что, в этом случае, набором чисел C массовое явление m(G) описывается точнее, чем набором чисел A(0).

Итак, в том случае, когда $C \neq A$, набором чисел C массовое явление m(G) всегда описывается точнее, чем набором чисел A(0).

Теперь можно показать, что в том случае, когда $C \neq A$, массовое явление m(G) набором чисел C можно описать точнее, чем оно описывается самим набором чисел A.

Обозначим

$$A(G) / A(0) = \{x \in A(G) \text{ и } x \notin A(0)\}$$

и

$$A(G) / A = \{x \in A(G) \text{ и } x \notin A\}$$

О наборе чисел A(G) / A(0) говорят, что он является **разностью множеств** A(G) и A(0). Аналогично, набор чисел A(G) / A является разностью множеств A(G) и A.

Вообще

$$A(0) = A \text{ при } A = A(G) \text{ и } A(0) \subset A \text{ при } A \neq A(G)$$

Отсюда, в том случае, когда $A \neq A(G)$, имеет место:

$$A(0) \subset A$$

В итоге, в том случае, когда $A \neq A(G)$, разность A(G) / A будет больше разности A(G) / A0. Это означает что, в этом случае набор чисел A(G) является более отдаленным от набора чисел A, чем от набора чисел A(0). Следовательно, в этом случае, массовое явление m(G) набором чисел A будет описываться менее точно, чем оно описывается набором чисел A(0). Но самим набором чисел A(0), как было показано выше, массовое явление m(G) всегда описывается менее точно, чем набором чисел C.

Следовательно, в том случае, когда $A \neq A(G)$, массовое явление m(G) набором чисел A будет описываться еще менее точно, чем набором чисел C.

Итак, в том случае, когда A ≠ A(G), из всех трех числовых наборов A, A(0) и C, массовое явление m(G) наиболее точно описывается набором чисел C.

Выше было показано, что

$$A \neq A(G) \text{ при } C \neq A$$

Следовательно, в том случае, когда $C \neq A$, будет иметь место:

$$A \neq A(G)$$

В случае, когда $A \neq A(G)$, как только, что видели, массовое явление $m(G)$ набором чисел C описывается более точно, чем набором чисел A.

В итоге, в третьем случае, т. е. **когда $C \neq A$, набором чисел C массовое явление $m(G)$ всегда будет описываться точнее, чем набором чисел A**.

Итак, выше было показано, что **всегда выполняется одно из трех условий**:

$$C = A = A(G)$$

либо

$$C = A \neq A(G)$$

либо же

$$C \neq A \neq A(G)$$

В первых двух случаях, как видно, имеет место равенство:

$$C = A$$

Следовательно, в этих двух случаях набором чисел C массовое явление $m(G)$ будет описываться с такой же точностью, с которой это массовое явление описывается набором чисел A.

В третьем случае, как было показано выше, массовое явление $m(G)$ набором чисел C описывается более точно, чем набором чисел A.

В итоге, **массовое явление $m(G)$ набором чисел C описывается либо с такой же точностью, с которой оно описывается набором чисел A, либо же еще более точно.**

Следовательно, если вместо набора чисел A мы изучим набор чисел C, то массовое явление $m(G)$ всегда будет описываться либо с такой же точностью, с которой это массовое явление описывается набором чисел A, либо же еще более точно.

Резюмируя выше изложенное, можно написать:

$M(G) = M(A) = M$ и $\sigma(G) = \sigma(A) = \sigma$ при $C = A = A(G)$

$|M(G) - M(A)| = |M(G) - M| > 0$ и $|\sigma(G) - \sigma(A)| = |\sigma(G) - \sigma| > 0$

при $C = A \neq A(G)$

$|M(G) - M(A)| > |M(G) - M| > 0$ и $|\sigma(G) - \sigma(A)| > |\sigma(G) - \sigma| > 0$

при $C \neq A$,

т. е. вообще

$|M(G) - M(A)| \geq |M(G) - M| \geq 0$ и $|\sigma(G) - \sigma(A)| \geq |\sigma(G) - \sigma| \geq 0$,

где

M(G) — среднеарифметическое числового набора A(G);

M(A) — среднеарифметическое числового набора A;

M — среднеарифметическое числового набора C;

σ(G) — среднеквадратическое отклонение числового набора A(G);

σ(A) — среднеквадратическое отклонение числового набора A.

σ — среднеквадратическое отклонение числового набора C.

Величина M(G) является генеральным среднеарифметическим основной массы чисел числового набора A. Можно говорить, что она является **реальным** генеральным среднеарифметическим основной массы чисел числового набора A.

В отличие от M(G), величина M является **реализованным** генеральным среднеарифметическим основной массы чисел числового набора A.

Аналогично величина σ(G) является **реальным** генеральным среднеквадратическим отклонением основной массы чисел числового набора A. А величина σ является **реализованным** генеральным среднеквадратическим отклонением основной массы чисел числового набора A.

О массовом явлении m(G) можно говорить, что оно является **реальным** — изучаемым — массовым явлением. Массовое явление m, в отличие от m(G), является **реализованным** массовым явлением.

6 Реальный и реализованный нормальные законы распределения вероятностей и их параметры

В предыдущем параграфе было показано, что

$$A \subseteq A(0) \subseteq C \subseteq A(G)$$

Эта запись справедлива для любого заданного набора чисел А. Следовательно, при любом заданном наборе чисел А симметричный набор чисел С является **равным или самым близким** к А(G).

Ясно, что при одном заданном наборе чисел А набор чисел С будет одним, при другом — другим и т. д.

Итак, теперь можно сделать следующие выводы:

1. Для каждой заданной пары (A, A(G)) набор чисел С является в**полне определенным**.

2. Если A = A(G), то C = A(G).

3. Если $A \neq A(G)$, то набор чисел С является **самым ближайшим** числовым набором к набору чисел A(G).

В итоге для пары величин М и σ выполняются следующие условия:

1. **Когда набор чисел А является равным A(G), т. е. когда A = A(G), имеет место (M,σ)= (M(G), σ(G))**.

2. **Когда $A \neq A(G)$, пара величин (M, σ) является наиболее близкой к паре (M(G), σ(G)); нет никакой другой пары величин, которая при заданном асимметричном наборе чисел А была бы более близка к паре (M(G), σ(G)).**

Есть все основания сказать, что величины М и σ являются самыми важными, **практически реализуемыми** характеристиками числовых наборов.

О нормальном законе с параметрами M(G) и σ(G) обычно говорят, что он является нормальным законом распределения вероятностей. Теперь можно уточнить, что он является не просто нормальным законом, **а реальным нормальным законом** распределения вероятностей. В отличие от него, нормальный закон с параметрами M и σ является **реализованным нормальным законом** распределения вероятностей.

7 Алгоритм воспроизведения основной массы чисел заданного асимметричного числового набора

В том случае, когда набор чисел A является симметричным, как мы знаем, имеет место C = A.

Ниже мы рассмотрим случай, когда набор A является асимметричным.

Обозначим

$$\Delta = \frac{1}{n-1}(b_2 - b_1) \tag{11}$$

Так как

$$n >> 1,$$

вообще

$$\Delta \approx 0$$

Обозначим

$$c = \{C_i;\ i = 1..n\}, \tag{12}$$

где

$$C_i = b_1 + (i - 1)\,\Delta;\ i = 1..n \tag{13}$$

Как видно, набор чисел **c**, как и набор чисел C, состоит из n количества чисел.

Согласно (11), имеет место

$$b_2 = b_1 + (n - 1)\,\Delta$$

С учетом этого из (13) получаем

$$C_1 = b_1 \text{ и } C_n = b_2, \tag{14}$$

где

C_1 — самое маленькое число набора чисел **с**;

C_n — самое большое число набора чисел **с.**

Таким образом, числовой набор **с** имеет те же самое маленькое и самое большое числа, что и числовой набор С.

Можно проверить, что

$$(q - q_1) = (q_2 - q), \tag{15}$$

где

q — медиана набора чисел **с;**

q_1 — нижний квартиль набора чисел **с;**

q_2 — верхний квартиль набора чисел **с.**

В самом деле, согласно (13), имеют место:

$$\begin{aligned} q_1 &= b_1 + \frac{1}{4}(n-1)\,\Delta \\ q &= b_1 + \frac{1}{2}(n-1)\,\Delta \\ q_2 &= b_1 + \frac{3}{4}(n-1)\,\Delta \end{aligned} \tag{16}$$

Отсюда

$$(q - q_1) = \frac{1}{2}(n-1)\Delta \text{ и } (q_2 - q) = \frac{1}{2}(n-1)\Delta$$

т. е. вообще имеет место (1.15).

Итак, набор чисел **с**, как и набор чисел С, является симметричным.

Согласно (15), имеет место

$$(q_1 + q_2) = 2q \tag{17}$$

Отсюда и из (16) имеем

$$2b_1 + (n - 1)\,\Delta = 2q \qquad (18)$$

Согласно (13), имеют место:

$$C_1 = b_1 \text{ и } C_n = b_1 + (n - 1)\Delta$$

Отсюда

$$C_1 + C_n = 2b_1 + (n - 1)\Delta \qquad (19)$$

Из (18) и (19) имеем

$$(C_1 + C_n) = 2q$$

или с учетом (14)

$$(b_1 + b_2) = 2q$$

Отсюда и из (8) получаем

$$q = Q$$

Как видно, медианой набора чисел c, как и набора чисел C, служит одна и та же величина Q.

Таким образом, есть все основания полагать, что

$$C = c$$

и в конечном счете, согласно (12) и (13),

$$C = \{b_1 + (i - 1)\,\Delta;\ i = 1..n\} \qquad (20)$$

Медиана симметричного числового набора, как мы знаем, одновременно является и генеральным среднеарифметическим этого числового набора.

Следовательно, для набора чисел C как симметричного имеет место

$$M = Q \tag{21}$$

Отсюда и из (20) получаем

$$M = Q \text{ и } \sigma = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(C_i - M)^2} \tag{22}$$

Итак, зная набор чисел C, согласно (22), всегда можно найти реализованное генеральное среднее арифметическое и реализованное генеральное стандартное отклонение любого конечного числового набора A.

Зная набор чисел C, также можно найти реализованное генеральное среднегеометрическое, реализованное генеральное гармоничное среднее и другие характеристики любого конечного числового набора A.

8 Закон распределения вероятностей А. П. Хускивадзе и область его применения

Величины M и σ впервые введены в работе [133]. Позже эти величины были использованы и в компьютерных программах [134] и [135].

О реализованном нормальном законе впервые упоминается в [133]. Однако его развернутое обоснование впервые было изложено в [79].

Во всех вышеуказанных работах последний закон определяется как **нормальный закон с параметрами M и σ.**

Таким образом, в этих работах **впервые различаются друг от друга реальный нормальный закон Гауса и реализованный нормальный закон А. П. Хускивадзе**.

Нормальный закон распределения вероятностей Гауса незаменим, когда совместно следует рассмотреть бесконечное количество чисел. Все конечные наборы чисел можно обработать с помощью нормального закона распределения вероятностей А. П. Хускивадзе.

Важно обратить внимание на следующее.

Параметры закона А. П. Хускивадзе, как было показано в параграфе 6, либо совпадают, либо же являются самыми близкими к параметрам закона Гауса. Это означает, что с применением **закона А. П. Хускивадзе будет установлено либо само истинное массовое явление, либо же самое близкое к истинному массовое явление** [133, 120].

9 Генеральное среднеарифметическое асимметричного числового набора и среднеарифметическое его основной массы чисел

Выше мы указывали, что величина Q является важнейшей характеристикой любого, а не только асимметричного числового набора.

Действительно ли медиана Q является важнейшей характеристикой любого числового набора A?

В параграфе 5 было показано, что всегда выполняется одно из трех условий:

$$C = A = A(G)$$

либо

$$C = A \neq A(G)$$

либо же

$$C \neq A.$$

Следовательно, всегда имеет место одна из зависимостей:

$$M = M(A) = M(G)$$

либо

$$M = M(A) \neq M(G)$$

либо же

$$M \neq M(A).$$

В конечном счете, согласно (21), всегда выполняется одно из трех условий:

$$Q = M = M(A) = M(G)$$

либо

$$Q = M = M(A) \neq M(G) \tag{23}$$

либо же

$$Q = M \neq M(A).$$

Как видно, равенство

$$Q = M$$

является справедливым **во всех трех возможных** случаях. Следовательно, **медиана Q вообще является среднеарифметическим любого, а не только асимметричного числового набора.**

Согласно той же совокупности соотношений (23), всегда выполняется одно из трех возможных условий:

$$Q = M(G) \text{ при } C = A = A(G)$$

либо

$$Q \neq M(G) \text{ при } C = A \neq A(G)$$

либо же

$$Q \neq M(G) \text{ при } C \neq A$$

Как видно, из трех возможных случаев равенство

$$Q = M(G) \tag{24}$$

выполняется только в одном. Им является случай, когда имеет место

$$A = A(G)$$

То, что из трех возможных случаев равенство (24) выполняется только при $A = A(G)$, указывает на то, что вообще имеет место

$$Q = M(G) \Leftrightarrow A = A(G)$$

Последняя зависимость, как видно, установлена путем совместного рассмотрения всех трех возможных случаев. Следовательно, она справедлива для любого, а не только для симметричного набора чисел!

Итак, **медиана является генеральным среднеарифметическим любого, а не только симметричного числового набора**.

Медиана, действительно, является важнейшей характеристикой любого числового набора, как симметричного, так и асимметричного.

10 Об области Тьюки

В наших рассуждениях выше мы исходим из того, что равенства (8) являются справедливыми. Тем самым, по сути дела, выбросами нами рассматриваются те числа асимметричного числового набора A, которые находятся вне области $[b_1, b_2]$.

Вместе с тем в настоящее время выбросами считают числа числового набора A, которые находятся вне области Тьюки [131, 132]:

$$[(Q1 - 1{,}5\ (Q_2 - Q_1)), (Q_2 + 1{,}5\ (Q_2 - Q_1))] \qquad (25)$$

Обозначим

$$a_1 = Q1 - 1{,}5\ (Q_2 - Q_1) \ \text{ и } a_2 = Q_2 + 1{,}5\ (Q_2 - Q_1), \qquad (26)$$

где

a_1 — самое маленькое число набора чисел A, которое еще не является выбросом по Тьюки;

a_2 — самое большое число набора чисел A, которое еще не является выбросом по Тьюки.

Об области $[a_1, a_2]$ можно говорить, что она является **областью допустимых чисел набора чисел A по Тьюки**.

Соответственно, об области $[b_1, b_2]$ можно говорить, что она является **областью допустимых чисел набора чисел** C. Она является областью допустимых чисел набора чисел С по определению 1 этого набора.

Согласно (4) и (26), имеют место

$$a_1 = Q_1 - 1{,}5\ R \text{ и } a_2 = Q_2 + 1{,}5\ R$$

Отсюда

$$(a_2 - a_1) = (Q_2 - Q_1) + 3R,$$

или с учетом (4) окончательно

$$(a_2 - a_1) = 4R$$

Сопоставляя эту зависимость с зависимостью (9), заключаем: область допустимых чисел набора чисел А является **в два раза шире** области допустимых чисел набора чисел С. А это никак не соответствует действительности. Ведь по определению наборов чисел А и С, оба они состоят из одного и того n количества чисел!

Вывод: при определении величин М и σ **не следует оперировать** правилом Тьюки. Эти величины должны быть установлены только применением соотношений (8).

Наконец следует отметить, что в настоящее время нет общепринятого способа определения квартилей [136, 137]. В наших расчетах мы оперировали способом, используемым в [131].

Заключение

Величины М и σ являются параметрами нормального закона распределения вероятностей, которым изучаемое массовое явление описывается **точно или по крайней мере наиболее приближенно**.

При этом, определяя величины М и σ с помощью набора чисел А, отпадает необходимость предварительного выяснения, является ли этот набор чисел симметричным или асимметричным.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Иллюстрация, как лечащий врач может произвести системный анализ состояния здоровья больного человека в режиме реального времени[2]

Полное название применяемой компьютерной программы:

«**Системный анализ качества функционирования объектов управления и оптимизация их внутренних ресурсов (Оптимизатор ресурсов — 4)**».

Реферат

С помощью компьютерной программы «Оптимизатор ресурсов — 4» математические задачи многокритериальной оптимизации, системного анализа и принятия решений решаются с единой позиции — позиции рационального использования внутренних ресурсов объектов управления и их системы. Программа позволяет произвести системный анализ качества функционирования (КФ) как совокупности объектов, имеющих одинаковые назначения и являющихся реальными или потенциальными конкурентами, так и совокупности объектов, имеющих разные назначения и дополняющие друг друга до **единой целостной** системы.

С помощью компьютерной программы также можно произвести системный анализ КФ отдельно взятого объекта управления по единичным данным обследования его фактического состояния.

Программу можно применять в автоматизированных системах управления, летательных аппаратах и подводных лодках, в научных и других исследованиях, при лечении больного, в бизнесе и т. д.

[2] Приложение написано совместно А. Л. Кулапиным и К. С. Жевнеровым.

Тип реализующей ЭВМ: IBM PC — совместимый ПК на базе процессора Intel Pentium и выше.

Язык программирования: Mathcad 15 и выше.

Вид и версия операционной системы: Windows XP/2003 и выше.

Объем программы для ЭВМ: 629 Кб.

Компьютерная программа «Оптимизатор ресурсов — 4» внесена в Государственный реестр программ для ЭВМ Российской Федерации. Свидетельство: 2019 615422 RU.

1 Ввод усредненных данных в компьютер и их предварительная обработка

Данные таблицы 1, которая приведена ниже, описывают функциональное состояние левого желудочка у двух групп больных ишемической болезнью сердца (ИБС). Первая группа составлена из больных с однососудистым поражением, а вторая — с многососудистым поражением, т. е. вторые больные являются явно **более тяжелыми**.

Таблица 1

Функциональное состояние левого желудочка у больных ИБС и практически здоровых людей

№	Показатели	Контроль N_0 = 20	Больные	
			1-я группа N_1 = 12	2-я группа N_2 = 12
1	КДО, мл	137,8 ± 12,2	142 ± 7,2	170 ± 10,5
2	КСО, мл	59,6 ± 5,8	68 ± 6,03	80 ± 7,8
3	ФВ, %	58,6 ± 1,3	54 ± 2,6	51,8 ± 1,5
4	ИНСС	1,0 ± 0	1,3 ± 0,2	1,5 ± 0,1
5	КДР, см	4,9 ± 0,1	5,8 ± 0,5	5,4 ± 0,2
6	КСР, см	3,2 ± 0,1	4,0 ± 0,5	3,8 ± 0,2
7	ФУ, %	33,9 ± 2,6	35 ± 5,1	30 ± 2,1
8	СУ МЖП, %	54,9 ± 6,8	56,7 ± 5,4	53 ± 5,83
9	СУ ЗСЛЖ, %	56,3 ± 3,7	58,2 ± 17,1	54 ± 9,71

Функциональное состояние левого желудочка сердца здорового человека описывается данными обследования контрольной группы, которая составлена из 20 практически здоровых людей. Заимствованы данные таблицы 1 из работы [138].

Как видно, данные таблицы 1 являются усредненными и описывают состояния типичных представителей трех групп людей.

Ниже указан электронный адрес компьютерной программы «Оптимизатор ресурсов — 4», в которую занесены данные, приведенные в таблице 1:

http://theory-of-integrity.ru/static/optimizator-4.xmcd

В компьютерную программу «Оптимизатор ресурсов — 4», размещенную по вышеуказанному адресу, кроме данных таблицы 1, также занесены данные и таблицы 2.

Таблица 2

Результаты оценки качества жизни пациентов с заболеваниями кардиального отдела желудка после хирургического лечения

		До лечения		**Через 12 месяцев после операции**	
Показатель		**1-я группа N = 50**	**2-я группа N = 47**	**1-я группа N = 44**	**2-я группа N = 42**
№	PF	65,2 ± 6,8	64,7 ± 6,6	80,8 ± 5,1	75,1 ± 3,3
	RP	56,7 ±4,9	57,1 ± 4,0	71,1 ± 0,4	66,2 ± 2,8
	BP	62,2 ± 5,1	62,9 ± 4,9	73,8 ± 3,6	69,0 ± 2,7
	GH	47,7 ± 3,7	45,9 ± 3,9	65,7 ± 2,9	59,42 ± 2,2
	VT	45,7 ± 3,3	45,5 ± 3,1	56,0 ± 3,0	50,8 ± 3,1
	SF	44,1 ± 3,8	44,8 ± 4,0	69,9 ± 3,1	56,1 ± 3,7
	RE	44,9 ± 3,1	44,0 ± 3,3	61,0 ± 3,0	51,1 ± 2,7
	MH	48,8 ± 3,0	47,9 ± 4,0	50,2 ± 2,8	54,4 ± 2,8

Примечания

1) PF — физическое функционирование.

2) RP — ролевое физическое функционирование.

3) BP — боль, интенсивность болевых ощущений в области операции.

4) GH — общее состояние здоровья.

5) VT — жизнеспособность, жиненная активность.

6) SF — социальное функционирование.

7) RE — ролевое эмоциональное функционирование, обусловленное психологическим состоянием.

8) MH — психическое здоровье.

Данные таблицы 2 заимствованы из [139].

Как видно, данные таблицы 2 описывают состояния совершенно других больных людей. Так что можно сказать, что в компьютерную программу «Оптимизатор ресурсов — 4», размещенную по вышеуказанному адресу, занесены данные двух совершенно разных систем.

В эту же программу также занесены данные таблицы 3, которые немного отличаются от данных таблицы 2.

Данные таблицы 1 компьютерной программой «Оптимизатор ресурсов — 4» обрабатывается по умолчанию. Для того чтобы она обрабатывала данные таблицы 2, в разделе этой программы «Ввод усредненных данных» в правой стороне записи $\rho = 1$ следует удалить число 1 и записать число 2. А для того чтобы эта программа обработала данные таблицы 3, следует ввести: $\rho = 3$.

Вообще компьютерной программой «Оптимизатор ресурсов — 4» можно обработать любую совокупность усредненных данных B, для которой выполняются два условия:

1. Совокупность данных B можно представить в виде:

$$M_j(i);\ m_j(i) \text{ и } N_j(i);\ j = 1..n(i);\ i = 1..N,$$

где

$M_j(i)$ — среднеарифметическое j-го показателя состояния i-го объекта управления (ОУ) обследуемой системы;

$m_j(i)$ — ошибка среднеарифметического $M_j(i)$;

$N_j(i)$ — объем выборки, по которой установлены величины $M_j(i)$ и $m_j(i)$;

n(i) — количество обследованных показателей состояния i-го ОУ;

N — количество всех обследованных ОУ системы.

Таблица 3

Пример совокупности практически непротиворечивых оценок качества жизни людей с заболеваниями кардиального отдела желудка после хирургического лечения

		До лечения		Через 12 месяцев после операции	
Показатель		**1-я группа N = 50**	**2-я группа N = 47**	**1-я группа N = 44**	**2-я группа N = 42**
№	PF	60,2 ± 6,8	60,7 ± 6,6	60,8 ± 5,1	60,0 ± 3,3
	RP	56,7 ± 4,9	57,1 ± 4,0	50,0 ± 0,4	50,2 ± 2,8
	BP	54,2 ± 5,1	55,0 ± 4,9	53,0 ± 3,6	49,0 ± 2,7
	GH	47,7 ± 3,7	45,9 ± 3,9	45,7 ± 2,9	49,42 ± 2,2
	VT	45,7 ± 3,3	45,5 ± 3,1	46,0 ± 3,0	50,8 ± 3,1
	SF	44,1 ± 3,8	44,8 + 4,0	49,9 ± 3,1	50,1 ± 3,7
	RE	44,9 ± 3,1	44,0 ± 3,3	41,0 ± 3,0	51,1 ± 2,7
	MH	48,8 ± 3,0	47,9 ± 4,0	50,2 ± 2,8	54,4 ± 2,8

2. Имеет место

$$\alpha \geq 0{,}95, \qquad (1)$$

где

α — мера корректности совокупности данных B.

Величина α, как указывалось в параграфе 7 главы 6 книги, определяется так:

$$\alpha = \frac{\min(\gamma 1,\ \gamma 2)}{\max(\gamma 1,\ \gamma 2)},$$

где

$\gamma 1$ — значение величины γ, установленное непосредственно по совокупности данных B;

γ — оценка качества функционирования системы;

$\gamma 2$ — значение величины γ, установленное по формуле

$$\gamma 2 = \frac{P}{P_0};$$

P — вероятность обоснованности принимаемых в системе решений в момент ее обследования;

P_0 — наибольшее возможное значение P в момент обследования системы.

Выполняется ли условие (1) для самой совокупности данных таблицы 1?

Для того чтобы ответить на этот вопрос, последовательно выполняют следующие действия:

1. Запускают «Оптимизатор ресурсов — 4». По умолчанию будет выполняться тройка команд:

$$\rho = 1,\ \tau = 0 \text{ и } i = 0,$$

где

$\tau = 0$, если обработке подлежат усредненные данные;

$\tau = 1$, если обработке подлежат данные фактического состояния отдельно взятого человека;

$i = 0$, если обработке подлежат все данные таблицы 1;

$i = 1$, если обработке подлежат данные столбца 3 таблицы 1;

$i = 2$, если обработке подлежат данные столбца 4 таблицы 1;

$i = 3$, обработке подлежат данные столбца 5 таблицы 1.

2. В конце компьютерной программы смотрят в таблицу «Результаты расчета». В верхней части этой таблицы появляются данные:

$$\gamma i = 0{,}866;\ P1 = 0{,}8 \text{ и } P_0 = 0{,}985,$$

где

$$P1 = P \text{ и } \gamma i = \gamma 1$$

3. Вычисляют:

$$\gamma 2 = \frac{P}{P_0} = \frac{0,8}{0,985} = 0,812$$

$$\alpha 1 = \frac{\min(\gamma 1,\ \gamma 2)}{\max(\gamma 1,\ \gamma 2)} = \frac{0,812}{0,866} \approx 0,94,$$

где

$\alpha 1$ — значение α для данных таблицы 1.

Следовательно, в этом случае мы не допустим большую ошибку, если напишем, что вообще

$$\alpha 1 = 0,95,$$

Аналогично можно показать, что

$$\alpha 2 = 0,923 \text{ и } \alpha 3 = 0,956,$$

где

$\alpha 2$ — значение α для данных таблицы 2.

$\alpha 3$ — значение α для данных таблицы 3.

В итоге можно утверждать, что для совокупности данных таблицы 1 условие (1) выполняется. А для данных таблицы 3, как видно, условие 3 выполняется без всяких натяжек.

То, что условие (1) для данных таблицы 3 выполняется без натяжек, указывает на то, что совокупность этих данных практически **объективно** описывает то состояние, в которое находится типичный представитель больных изучаемой патологии. Следовательно, в дальнейшем следует оперировать именно этой совокупностью данных, а не данными таблицы 2.

Вообще выполнение условия (1) указывает не только на корректность данных таблиц 1 и 3. Выполнение этого условия прежде всего указывает на то, что величина γ, действительно, служит объективной интегральной характеристикой качества функционирования систем. Оно также указывает на то, что величины P и P_0, действительно, являются объективными интегральными характеристиками фактического и нормального состояний систем соответственно.

Наконец, выполнение условия (1) указывает на то, что справедливыми являются способы количественного определения всех выше приведенных трех величин: γ, Р и P_0.

2 Системный анализ качества функционирования левого желудочка сердца у больного человека

Для обработки данных таблицы 1 выполняют следующие действия:

1. Заходят в разделе «Вывод», в правой стороне записи i = 0 удаляют 0 и вводят 1.

2. Смотрят в таблицу «Результаты расчета» и переносят полученные результаты расчета в столбец 3 таблицы 4.

Аналогично заполняют столбцы 4 и 5 таблицы 4.

В итоге таблица 4 будет выглядеть так, как она показана ниже.

Таблица 4

Оценка функционального состояния левого желудочка у различных групп больных ИБС и практически здоровых людей

№	Показатели	Контроль	Больные	
			1-я группа	2-я группа
1	КДО, мл	0,938	0,906	0,690
2	КСО, мл	0,980	0,836	0,630
3	ФВ, %	0,850	0,942	0,984
4	ИНСС	1,000	0,700	0,500
5	КДР, см	1,000	0,816	0,898
6	КСР, см	1,000	0,750	0,812
7	ФУ, %	0,870	0,834	1,000
8	СУ МЖП, %	0,964	0,930	1,000
9	СУ ЗСЛЖ, %	0,932	0,836	0,976
10	Общ.	0,947	0,842	0,811

В столбце 3 таблицы 4 приведены оценки показателей функционального состояния левого желудочка сердца у ТП контрольной группы. Общая оценка состояния этой группы, как следовало ожидать, довольно высокая. Она равна 0,947. Следовательно, можно сказать, что эта группа практически находится в нормальном состоянии. Тем не менее не все у этой группы в порядке. Особенно заметны отклонения от нормы показателей ФВ и ФУ для ТП этой группы. Оценки указанных показателей, как видно из таблицы 4, равны $\gamma = 0{,}850$ и $\gamma = 0{,}870$ соответственно.

В последней строке таблицы 4 приведены общие оценки функционального состояния левого желудочка сердца у обеих групп больных:

$$\gamma_{\text{общ}}(1) = 0{,}842 \text{ и } \gamma_{\text{общ}}(2) = 0{,}811$$

Как видно, общее функциональное состояние левого желудочка у типичного представителя (ТП) больных второй группы действительно **хуже**, чем у ТП больных первой группы.

У типичных представителей обеих групп больных наиболее поражен показатель ИНСС; для этого показателя $\gamma = 0{,}700$ и $\gamma = 0{,}500$ соответственно. Следовательно, это **самое слабое звено** функционального состояния левого желудочка у ТП больных обеих групп.

Для больных 1-й группы после ИНСС наиболее ухудшен показатель КСР. Для него $\gamma = 0{,}750$. У этой группы больных от нормы отклонены и все остальные показатели:

КДО, КСО, ФУ, СУ МЖП и СУ ЗСЛЖ.

Для этих показателей имеют место:

0,906; 0,836; 0,942; 0,816; 834; 0,970 и 0,836

соответственно.

У типичного представителя больных второй группы, кроме ИНСС, довольно серьезно ухудшены показатели КДО и КСО. Для этих показателей $\gamma = 0{,}690$ и $\gamma = 0{,}630$ соответственно.

Для больных второй группы отклонены от нормы также и показатели:

ФВ, КДР, КСР и СУ ЗСЛЖ.

Остальные 2 показателя функционального состояния левого желудочка сердца у больных второй группы, как видно, находятся в норме.

Итак, **обрабатывая должным образом данные таблицы 1, мы приходим к вполне ожидаемым выводам**.

Данные таблицы 1, как указывалось выше, являются усредненными, и следовательно, выводы, сделанные на их основе, относятся к типичному, а не конкретному больному.

3 Обработка данных фактического состояния отдельно взятого человека

В распоряжение лечащего врача, как правило, имеются единичные данные, которые описывают **фактическое состояние** его пациента.

В распоряжение врача также имеются данные, которые описывают возможное нормальное состояние пациента. Ими являются усредненные данные состояния контрольной группы, которая составлена из практически здоровых людей соответствующего пола и возраста.

Сопоставляя фактическое состояние пациента с состоянием типичного представителя соответствующей контрольной группы, врач делает вполне определенные выводы.

В таблице 5 приведены данные, которые описывают **фактическое** состояние типичных представителей изучаемых выше трех групп людей.

Для данных таблицы 5, в отличие от данных таблицы 1, имеет место

$$N_0 = N_1 = N_2 = 1, \qquad (2)$$

т. е. данные таблицы 5 установлены путем **однократного измерения** соответствующих показателей состояния сердца типичных представителей вышеизучаемых трех групп людей.

Случай, когда выполняется условие 2, среднеквадратические отклонения, по определению, равны нулю. Именно поэтому в столбцы таблицы 5 из таблицы 1 перенесены лишь одни среднеарифметические.

Оценки состояния сердца типичных представителей нам уже известны. Они приведены в таблице 4. Следовательно, можно выяснить, приведет ли обработка данных таблицы 5 с помощью компьютерной программы «Оптимизатор ресурсов — 4» к тем же оценкам. Если да, то это будет означать, что данные, описывающие фактическое состояние больного человека компьютерной программой «Оптимизатор ресурсов — 4», обрабатываются успешно.

Таблица 5

Фактическое функциональное состояние левого желудочка у отдельного взятого человека

№	Показатели	Контроль $N_0 = 1$	Больная	
			из 1-й группы $N_1 = 1$	из 2-й группы $N_2 = 1$
1	КДО, мл	137,8	142	170
2	КСО, мл	59,6	68	80
3	ФВ, %	58,6	54	51,8
4	ИНСС	1,0	1,3	1,5
5	КДР, см	4,9	5,8	5,4
6	КСР, см	3,2	4,0	3,8
7	ФУ, %	33,9	35	30
8	СУ МЖП, %	54,9	56,7	53
9	СУ ЗСЛЖ, %	56,3	58,2	54

Можно проверить, что путем обработки данных таблицы 5 с помощью компьютерной программы «Оптимизатор ресурсов — 4» действительно будут получены те же оценки, которые приводятся в таблице 4.

В самом деле, выполним последовательно следующие действия:

1. Запустим компьютерную программу «Оптимизатор ресурсов — 4». Как мы знаем, по умолчанию будет выполняться пара команд:

$$\tau = 0 \text{ и } i = 0 \quad (3)$$

2. В разделе «Ввод фактических данных в правой стороне матрицы А0 удаляем старые данные и записываем данные столбца 3 таблицы 5.

3. В разделе «Вывод» в правой стороне записи $\tau = 0$ удаляем 0 и вводим 1, а в правой стороне записи $i = 0$ вместо 0 пишем 1.

В итоге компьютерной программой «Оптимизатор ресурсов — 4» будет выполняться пара команд:

$$\tau = 1 \text{ и } i = 1$$

4. Сравниваем данные столбца 3 таблицы «Результаты расчета» с данными столбца 3 таблицы 4. Как видно, эти оценки полностью совпадают.

5. В разделе «Ввод фактических данных» в правой стороне матрицы А0 удаляем старые данные и записываем данные столбца 4 таблицы 5.

6. В разделе «Вывод» в правой стороне записи $i = 1$ удаляем 1 и вводим 2.

В итоге компьютерной программой «Оптимизатор ресурсов — 4» будет выполняться пара команд:

$$\tau = 1 \text{ и } i = 2$$

7. Сравниваем данные столбца 3 таблицы «Результаты расчета» с данными столбца 4 таблицы 4.

8. В разделе «Ввод фактических данных» в правой стороне матрицы А0 удаляем старые данные и записываем данные столбца 5 таблицы 5.

9. В разделе «Вывод» в правой стороне записи i = 2 удаляем 2 и вводим 3.

В итоге компьютерной программой «Оптимизатор ресурсов – 4» будет выполняться пара команд:

$$\tau = 1 \text{ и } i = 3$$

10. Сравниваем данные столбца 3 таблицы «Результаты расчета» с данными столбца 5 таблицы 5.

Как видно, все оценки совпадают с соответствующими оценками, приведенными в таблице 4.

Итак, компьютерной программой «Оптимизатор ресурсов — 4» можно обрабатывать не только усредненные данные, приведенные в таблице 1, но и данные фактического состояния любого человека из рассматриваемых трех групп людей.

Заметим, что для всех этих трех групп людей выполняются два условия:

1. Их состояния описываются одной и той же совокупностью показателей столбца 2 таблицы 1.

2. Для любого s-го человека, принадлежащего к одной из этих трех групп, имеет место

$$A_{j0}(s) = A_{j0} \text{ для всех } j = 1..9,$$

где

$A_{j0}(s)$ — область нормы j-го показателя s-го человека;

A_{j0} — фиксированное значение $A_{j0}(s)$.

Области

$$A_{j0};\ j = 1..9 \tag{4}$$

компьютерной программой «Оптимизатор ресурсов — 4» устанавливаются путем обработки всей совокупности данных таблицы 1 тогда, когда выполняется пара команд (3), т. е. при каждом запуске компьютерной программы «Оптимизатор ресурсов — 4».

Таким образом, прежде чем компьютерной программой «Оптимизатор ресурсов — 4» будут обработаны данные фактического состояния отдельно взятого человека, она каждый раз в первую очередь обрабатывает всю совокупность данных таблицы 1.

В принципе, однако, вполне можно произвести обработку всей совокупности данных таблицы 1 только один раз. Сохранив полученные результаты, в дальнейшем можно использовать их в каждый раз по мере надобности. Для этого компьютерная программа «Оптимизатор ресурсов — 4» должна быть перестроена соответствующим образом.

Как видно, компьютерная программа «Оптимизатор ресурсов — 4», аналогично лечащему врачу, оперирует как данными, которые описывают фактическое состояние отдельно взятого объекта управления, так и усредненными данными, которые описывают всю соответствующую систему объектов управления (СОУ). Это вполне логично.

4 Системный анализ биохимических показателей крови больных острым геморроем и комбинированным геморроем

4.1 Вопросы корректности данных обследования больных

В таблицах 6 и 7 приведены данные обследования больных с острым геморроем (ОГ) и комбинированным геморроем (КГ) соответственно.

Данные таблиц 6 и 7 мне любезно были предоставлены врачом-колопроктологом Дорожной клинической больницы города

Воронежа, к. м. н. Татьяной Геннадьевной Никушиной. Большое ей за это спасибо.

Таблица 6

Динамика показателей биохимического анализа крови у пациентов острым геморроем

Показа-тель	**1-ое посе-щение**	**2-ое посе-щение**	**3-ое посе-щение**	**4-ое посе-щение**	**5-ое посе-щение**
	M ± *m*	**M ± *m***	**M ± *m***	**M ± *m***	**M ± *m***
Число больных	19	19	19	19	19
Глюкоза натощак	5.21 ± 0.099	5.35 ± 0.115	5.18 ± 0.131	5.57 ± 0.158	5.83 ± 0213
Общ. билирубин	12.59 ± 1.498	12.25 ± 0.986	13.86 ±1.741	13.40 ± 1.046	10.31 ± 0.755
Прям. билирубин	2.12 ± 0.211	2.02 ± 0.149	2.64 ± 0321	2.78 ± 0.248	2.39 ± 0.181
Мочевина	5.84 ± 0.326	5.85 ± 0.344	6.33 ± 0.493	6.49 ± 0.362	8.45 ± 2.82
Креатинин	88.66 ± 3.483	88.59 ± 2.964	83.84 ± 3.095	90.23 ± 2.262	89.39±2.638
S-AST	24.1 ± 0.833	24.49 ± 1.360	27.28 ± 1.493	26.32 ± 1.588	25.41 ± 1.452
S-ALT	23.87 ± 1.984	22.67 ± 1.808	27.55 ± 3.159	30.29 ± 3.031	29.72 ± 4.783
Г-ГГТ	29.57 ± 4.246	27.04 ± 3.439	29.52 ± 3.85	27.82 ± 4.503	28.35 ± 4.632
K^+	4.72 ± 0.106	4.47 ± 0.083	4.50 ± 0.094	4.62 ± 0.106	4.49 ± 0.101
КФК	118.10 ± 12.526	128.27 ± 19.904	172.78 ± 24.284	140.90 ± 13.173	115.77 ± 14.653
ЩФ	72.57 ± 5.733	64.86 ± 5.277	73.76 ± 4.836	75.04 ± 4.669	83.52 ± 8.408

Примечание:

M — среднеарифметическое;

m — ошибка среднеарифметического;

n — количество больных.

Таблица 7

Динамика показателей биохимического анализа крови у пациентов комбинированным геморроем

Показатель	**1-ое посещение**	**2-ое посещение**	**3-ое посещение**	**4-ое посещение**	**5-ое посещение**
	M ± *m*	**M ± *m***	**M ± *m***	**M ± *m***	**M ± *m***
Число больных	21	21	21	21	21
Глюкоза натощак	5.33 ± 0.116	5.34 ± 0.170	5.38 ± 0.140	5.35 ± 0.124	5.75 ± 0.111
Общ. билирубин	11.93 ± 1.056	10.07 ± 0.766	11.26 ± 1.078	14.04 ± 1.530	13.34 ± 1.61
Прям. билирубин	1.92 ± 0.161	1.71 ± 0.153	2.19 ± 0.207	2.77 ± 0.271	2.95 ± 0.358
Мочевина	5.65 ± 0.301	5.27 ± 0.244	5.64 ± 0.229	5.71 ± 0.292	5.54 ± 0.332
Креатинин	87.11 ± 4.157	86.52 ± 3.151	38.33 ± 3.206	93.78 ± 3.337	84.40 ± 4.777
S-AST	25.26 ± 1.763	25.39 ± 1.432	25.87 ± 2.909	25.52 ± 1.759	29.66 ± 3.114
S-ALT	20.66 ± 1.665	28.04 ± 2.483	27.43 ± 2.045	27.13.29 ± 2.645	30.11 ± 4.338
Г-ГГТ	27.85 ± 4.467	32.63 ± 6.025	25.33 ± 3.160	30.46 ± 6.920	29.21 ± 3.795
K^+	4.65 ± 0.059	4.60 ± 0.072	4.50 ± 0.081	4.37 ± 0.092	4.43 ± 0.074
КФК	121.27 ± 11.526	103.30 ± 8.198	131.52±15.978	164.14 ± 23.583	112.52±15.862
ЩФ	65.33 ± 3.267	63.62 ± 3.304	68.11 ± 3.991	70.41 ± 4.834	83.41 ± 7.886

Обработка данных таблиц 6 и 7 показывает:

$$\alpha 6 = 0.976 \text{ и } \alpha 7 = 0.989,$$

где

$\alpha 6$ — значение α, установленное по данным таблицы 6;

$\alpha 7$ — значение α, установленное по данным таблицы 7;

Блестящие результаты!!! Эти результаты, во-первых, указывают на то, что таблицы 6 и 7 составлены корректно. Они составлены корректно в том смысле, что выполняются следующие условия:

1. Каждая таблица составлена с данными обследования больных, принадлежащих исключительно одной патологической группе.

2. Ни в одной из этих таблиц нет данных, которые явно противоречили бы друг другу.

Во-вторых, что самое главное, каждый из этих результатов является **убедительным подтверждением справедливости как способов количественного определения величин P, P_0 и γ, так и формулы (6.82)**.

4.2 Компьютерная программа «Советчик медика-колопроктолога»

Вышеуказанные результаты можно перепроверить с помощью компьютерной программы: «Оптимизатор ресурсов — 4».

Однако проще всего перепроверить их с помощью компьютерной программы **«Системный анализ биохимических показателей крови различных групп больных с геморроем (Советчик медика-колопроктолога)».**

Электронный адрес «Советчика медика-колопроктолога»:

http://theory-of-integrity.ru/static/pages/sovetchik_medika.html

В компьютерной программе «Советчик медика-колопроктолога» данные таблиц 6 и 7 уже занесены.

При ее запуске по умолчанию обрабатываются данные таблицы 6.

Для того чтобы обрабатывали данные таблицы 7, следует входить в раздел водной части компьютерной программы «Советчик медика-колопроктолога» и в правой стороне записи $\rho = 1$ стирать число 1 и записать число 2.

В столбце 4 таблицы 8 приведены точечные нормы анализируемых биохимических показателей, которые установлены по данным таблицы 6.

Сопоставляя точечные нормы столбца 4 таблицы 8 с данными столбцов 5 и 6 этой же таблицы, заключаем: **все точечные нормы находятся в пределах общепринятых статистических норм.**

То же самое можно сказать о точечных нормах, приведенных в столбце 4 таблицы 9.

Таблица 8

Оценка состояния типичного больного ОГ

Показатель		Средне-арифметическое M_j	Норма			Оценка
			Точечная M_{j0}	Общепринятая		
				Муж.	Жен.	
1	Глюкоза	5.428	5.026	3.88–5.83	3.88–5.83	0.92
2	Общ. билирубин	12.482	10.31	3.4–17.1	3.4–17.1	0.79
3	Прям. билирубин	2.39	2	0–3.4	0–3.4	0.806
4	Мочевина	6.592	4.734	2.4–6.4	2.4–6.4	0.608
5	Креатинин	88.142	83.84	62–115	53–97	0.948
6	S-AST	25.532	23.784	До 38	До 32	0.926
7	S-ALT	26.82	22.67	До 46	До 35	0.816
8	Г-ГГТ	28.46	27.04	До 55	До 38	0.948
9	К	4.56	4.4	3.4–5.6	3.4–5.6	0.964
10	КФК	135.164	97.548	14–250	14–250	0.614
11	ШФ	73.95	64.38	До 270	До 240	0.852
Оценка общего состояния						0.826

И это все — несмотря на то, что в таблицах 6 и 7 нет данных о практически здоровых людях!

Итак, **все точечные нормы биохимических показателей крови больных ОГ и КГ, установленные по данным таблиц 6 и 7, находятся в пределах общепринятых статистических норм!**

Этот факт является еще одним убедительным подтверждением как корректности данных таблиц 6 и 7, так и корректности математического аппарата принятия обоснованных решений, изложенного в настоящей книге.

Таблица 9

Оценка состояния типичного больного КГ

Показатель		Средне-арифметическое M_j	Норма			Оценка
			Точечная M_{j0}	Общепринятая		
				Муж.	Жен.	
1	Глюкоза	5.43	5.11	3.88–5.83	3.88–5.83	0.938
2	Общ. билирубин	12.138	10.07	3.4–17.1	3.4–17.1	0.794
3	Прям. билирубин	2.308	1.666	0–3.4	0–3.4	0.614
4	Мочевина	5.562	5.27	2.4–6.4	2.4–6.4	0.944
5	Креатинин	88.028	82.276	62–115	53–97	0.93
6	S-AST	26.34	23.02	До 38	До 32	0.856
7	S-ALT	26.674	20.66	До 46	До 35	0.708
8	Г-ГГТ	29.206	25.782	До 55	До 38	0.868
9	К	4.51	4.37	3.4–5.6	3.4–5.6	0.968
10	КФК	126.55	88.96	14–250	14–250	0.578
11	ШФ	71.202	53.863	До 270	До 240	0.678
Оценка общего состояния						0.795

Из таблиц 8 и 9 находим:

$$\gamma(\text{ОГ}) = 0.826 \text{ и } \gamma(\text{КГ}) = 0.795,$$

где

γ(ОГ) — оценка общего состояния типичного больного острым геморроем;

γ(КГ) — оценка общего состояния типичного больного комбинированным геморроем.

Эти оценки, разумеется, установлены по вышеуказанным обследованным 11 биохимическим показателям крови больных.

Как видно, общее состояние типичного больного острым геморроем чуть лучше. Это вполне ожидаемый результат! **Он еще**

раз подтверждает как корректность данных таблиц 6 и 7, так и корректность способа их обработки.

4.3 Компьютерная программа «Советчик врача-колопроктолога»

Компьютерная программа «Советчик медика-колопроктолога» предназначена для решения научной проблемы — усовершенствования методов лечения больных острым геморроем и комбинированным геморроем.

Для врача-колопроктолога предназначена компьютерная программа:

«Системный анализ биохимических показателей крови больного с геморроем (Советчик врача-колопроктолога)».

Электронный адрес «Советчика врача-колопроктолога»:

http://theory-of-integrity.ru/static/pages/sovetchik_vracha.html

В компьютерной программе «Советчик врача-колопроктолога», как и в компьютерной программе «Советчик медика-колопроктолога», данные таблиц 6 и 7 уже занесены.

При запуске компьютерной программы «Советчик врача-колопроктолога», по умолчанию обрабатываются данные таблицы 6, то есть этой компьютерной программой по умолчанию выполняется пара команд:

$$\rho = 1 \text{ и } \tau = 0$$

Для того чтобы компьютерной программой «Советчик врача-колопроктолога» можно было обработать данные обследования конкретного больного человека острым геморроем, следует входить в раздел «Ввод фактических данных», стирать в правой стороне матрицы А0 старые данные и записать в нем данные обследуемого больного.

Эта матрица, как видно, имеет 11 строк, подобно таблице 6. Однако у больного могут быть обследованы не все 11 биохимических показателей крови, указанные в таблице 6. В том случае, когда сведения о каком-то показателе отсутствуют, в соответствующей строке матрицы А0 записывают число «0».

После заполнения матрицы А0, в правой стороне записи $\tau = 0$ стирают число «0» и записывают число «1».

Смотрят на таблицу «Результаты системного анализа».

В том случае, когда следует обработать данные обследования больного человека комбинированным геморроем, заходят в раздел «Ввод усредненных данных» компьютерной программы «Советчик врача-колопроктолога», в правой стороне записи $\rho = 1$ стирают число 1 и записывают число 2.

Все остальное делают так, как в случае больного острым геморроем.

5 Использование компьютерной программой «Оптимизатор ресурсов — 4» практическим специалистом в ежедневной работе

Как теперь мы знаем, компьютерной программой «Оптимизатор ресурсов — 4» можно обрабатывать не только данные таблиц 1, 2, 3, 6 и 7, а любую корректно составленную совокупность данных В.

Обозначим через Y совокупность обследованных показателей состояния больного человека.

Ясно, что для кардиолога совокупность Y будет одна, для травматолога — вторая и т. д.

Обозначим через В(i) значение В, установленное для лечащих врачей i-й специальности.

Перед каждым лечащим врачом стоит задача произвести системный анализ совокупности данных обследования фактического состояния пациента. Что он должен делать для решения этой задачи?

В распоряжении каждого лечащего врача, как мы знаем, находится совокупность данных обследования фактического состояния пациента. Эти данные, как указывалось выше, заносятся в матрице А0.

Обозначим через b(s,i) совокупность данных обследования лечащим врачом i-й специальности фактического состояния своего s-го больного.

При каждом запуске компьютерной программы «Оптимизатор ресурсов — 4», как было показано выше, в первую очередь всегда обрабатывается совокупность соответствующих усредненных данных. Но это делается по умолчанию. А каждому лечащему врачу для решения вышеуказанной задачи придется выполнять всего-навсего следующие два действия:

1. Занести в компьютер данные:

$$b_j(s,i);\ j = 1..n(s)$$

2. Распечатать результаты расчета.

Вообще, оба эти действия вполне может выполнять любой человек, кто умеет работать на компьютере. А лечащий врач, просмотрев распечатку, примет самое обоснованное решение.

Итак, компьютерной программой «Оптимизатор ресурсов — 4» можно обрабатывать любую совокупность данных — как усредненных, так и фактических.

Для того чтобы обработать усредненные данные, необходимо:

1. В разделе «Усредненные данные» компьютерной программы «Оптимизатор ресурсов — 4» в матрицах А1, А2 и А3 стереть всю совокупность старых усредненных данных и записать новые.

2. Распечатать таблицу: «Результаты системного анализа» и проверить, выполняется ли условие корректности. Если условие корректности не выполнятся, то следует принять меры, указанные в параграфах 1.2 и 6.7 книги.

Для того чтобы обработать данные фактического состояния, необходимо, чтобы:

3. Заносимые в компьютер новые данные **фактического состояния** описывались той же совокупностью показателей, какой описываются соответствующие усредненные данные, то есть данные, которые установлены путем обследования всей соответствующей системы объектов управления (СОУ).

4. Для любого s-го объекта управления (ОУ) должно иметь место

$$A_{j0}(s) = A_{j0} \text{ для всех } j = 1..n(s);\ \ n(s) \le n;\ \ s = s_0;\ s_0 = 1..N,$$

где

$A_{j0}(s)$ — область нормы j-го обследуемого показателя s-го ОУ СОУ;

A_{j0} — область нормы j-го обследуемого показателя СОУ;

n(s) — количество обследуемых показателей состояния s-го ОУ СОУ;

n — количество обследуемых показателей состояния СОУ;

N — количество ОУ СОУ.

5. В разделе компьютерной программы «Оптимизатор ресурсов — 4» «Данные фактического состояния» в правой стороне матрицы А0 стирать старые данные фактического состояния и записать новые.

Выводы

1. Компьютерной программой «Оптимизатор ресурсов — 4» решаются четыре самых общих задач, какими являются [140]:

- задача проверки корректности исходных данных обследования СОУ;
- задача количественного определения фактического состояния СОУ;
- задача количественного определения состояний типичных представителей различных групп ОУ, входящих в СОУ;

– задача количественного определения фактического состояния отдельно взятого ОУ.

Все эти задачи решаются для любых систем, которые описываются распределением вероятностей Стьюдента.

Естественные системы, как известно, описываются законом Гауса. А закон Гауса, как мы знаем, является частным случаем распределения вероятностей Стьюдента. В итоге компьютерной программой «Оптимизатор ресурсов — 4» можно обработать данные состояния, по крайней мере, любых естественных систем.

2. Становится актуальной проблема разработки способа корректировки данных обследования СОУ. Как показывает практика, данные обследования СОУ во многих случаях являются взаимоисключающими, то есть они являются значениями величин, которыми описываются взаимоисключающие события. Эти события в СОУ не могут произойти одновременно. В итоге для совокупности таких данных не выполняется условие корректности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Универсальный алгоритм принятия обоснованных решений в системах[3]

Исходные статистические данные, используемые ниже для выработки обоснованных решений, должны удовлетворять следующим двум условиям:

1. Каждая исходная совокупность данных должна быть установлена путем обследования **взаимосвязанных объектов управления**, состояние каждого из которых описывается распределением вероятностей Стьюдента.

2. Эта совокупность исходных данных должна быть такой, чтобы ее можно было привести к следующему виду:

$$M_j(s),\ m_j(s) \text{ и } N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \qquad (1)$$

где

$M_j(s)$ — среднеарифметическое j-го обследованного показателя состояния s-го объекта управления;

$m_j(s)$ — средняя ошибка $M_j(s)$;

$N_j(s)$ — объем выборки, по которой $M_j(s)$ и $m_j(s)$ установлены;

n(s) — количество обследованных показателей состояния s-го объекта управления;

N — количество всех совместно обследованных объектов управления.

Здесь под s-ым **объектом управления** (ОУ) имеется в виду все то, что описывается совокупностью данных:

$$M_j(s),\ m_j(s) \text{ и } N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = s_0, \qquad (2)$$

[3] Приложение написано совместно А.Л. Кулапиным.

где

s_0 — фиксированное значение s: $s_0 = 1..\ N$

О каждом s-ом ОУ также говорят, что он является **типичным представителем (ТП) s-ой группы систем нижнего уровня**.

Под s-ой группой систем нижнего уровня имеется в виду все то, что подлежит **непосредственно обследованию** с целью установления **исходных** данных:

$$b_{j\lambda}(s);\ \lambda = 1..N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = s_0, \tag{3}$$

где

$b_{j\lambda}(s)$ — значение j-го обследованного показателя состояния λ-ой системы s-ой группы систем нижнего уровня.

Все то, что описывается всей совокупностью данных (1), является **системой объектов управления (СОУ)**.

Каждая СОУ является **системой верхнего уровня управления**.

Обозначим

$$n = \max\{n(s);\ s = 1..N\}$$

В настоящее время, как правило, вместо (1) пишут:

$$M_j(s) \pm m_j(s) \text{ и } N(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N, \tag{4}$$

где

N(s) — количество s-ой группы систем нижнего уровня управления.

Как видно, запись (4), является частным случаем записи (1).

Именно в виде (4) представлены статистические данные, приведенные в таблицах 1, 2, 3, 6 и 7 приложения 2 настоящей книги.

Данные вышеуказанных таблиц описывают совершенно различные аспекты жизнедеятельности живого организма. И, тем не менее, все эти статистические данные, в конечном счете, представлены виде одной и той записи (4). Этот факт указывает на то, что запись (4) является **общей записью**.

Следовательно, **еще более общей записью является запись (1)**. Эта последняя запись имеет смысл для всех объектов управления, состояния которых можно описать распределением вероятностей Стьюдента. Это широчайший класс объектов управления; в него входят **все естественные системы** и целый ряд других систем.

1. Сбор данных

1.1 Формулируют цель исследования.

Такими целями, например, могут быть цели:

1.1.1. Изучение состояния здоровья женщин зрелого возраста с острым геморроем.

1.1.2. Изучение состояние здоровья детей дошкольного возраста мужского пола с комбинированным геморроем.

1.1.3. Изучение функционального состояния больных ишемической болезнью сердца (ИБС) и т. д.

1.2 Устанавливают $N > 1$ групп систем нижнего уровня, исходные данные обследования которых подлежат совместному изучению для достижения постановленной обшей цели исследования.

1.3 Устанавливают первичные показатели качества функционирования всех N групп систем нижнего уровня и составляют перечень **обследуемых показателей состояния объектов управления**:

$$y_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N \tag{5}$$

Примечание:

Под **первичным показателем качества функционирования (ППКФ)** системы нижнего уровня понимают величину, для которой выполняются следующие два условия:

Условие 1.

Значения каждой величины устанавливаются либо путем измерения с помощью специального устройства, либо же путем счета в штуках.

Условие 2.

Каждой величиной могут быть произведены все четыре арифметические операции.

1.4 Выясняют, какие из величин (5) устанавливаются с помощью специального измерительного прибора измерения, и какие — нет.

1.5 Для каждой измеряемой величины $y_j(s)$ устанавливают абсолютную ошибку $\Delta y_j(s)$ его измерительного прибора.

1.6 Устанавливают величины:

$$S_j^*(s);\ j = 1..n(s),\ s = 1..N, \tag{6}$$

где

$S_j^*(s); = \Delta y_j(s)$, если величину $y_j(s)$ устанавливают путем измерения и

$S_j^*(s); = 1$, если величину $y_j(s)$ устанавливают путем счета.

1.7 Обследуют объекты управления и устанавливают данные:

$$b_{j\lambda}(s);\ \lambda = 1..N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N, \tag{7}$$

где

$b_{j\lambda}(s)$ — значение j-го ППКФ λ-ой системы s-ой группы систем нижнего уровня.

Примечание 1:

Желательно, чтобы всегда выполнялись условие:

$$N_j(s) \gg 1 \text{ для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N$$

Примечание 2:

В настоящее время данные (6) являются неизвестными. В научных публикациях, в лучшем случае, приводятся лишь данные об абсолютных ошибках используемых измерительных приборов.

В наших примерах, приведенных в приложение 2 книги, вместо (6), мы используем данные:

$$S_j^*(s) = 0.01 \cdot M_j(s);\ j = 1..n$$

Эти данные являются достаточными для иллюстрации работы вышеприведенного алгоритма определения величины P^*, где P^* — вероятность достоверности исходных данных.

2. Приведение исходных данных к унифицированному виду

2.1 Последовательно устанавливают величины:

$$M_j(s) = \frac{1}{N_j(s)} \sum_{\lambda=1}^{N_j(s)} b_{j\lambda}(s)\,;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

$$S_j(s) = \sqrt{\frac{1}{N_j(s)} \sum_{s=1}^{N} \left(b_{j\lambda}(s) - M_j(s)\right)^2}\,;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

$$m_j(s) = \frac{S_j(s)}{\sqrt{N_j(s)}}\,;\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

$$\tau_j(s) = 1, \text{если } y_j(s) > 0$$

и $\quad j = 1..n(s);\ s = 1..N$

$$\tau_j(s) = 0, \text{если } y_j(s) = 0$$

$$n = \max\{n(s);\ s = 1..N\}$$

$$N_j = \sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\ ;\ j = 1..n$$

$$M_j = \frac{1}{N_j} \sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\, M_j(s)\,;\ j = 1..n$$

$$m_j = \frac{1}{N_j} \sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\, m_j(s)\,;\ j = 1..n$$

2.2 Составляют таблицу данных:

$$M_j(s),\ m_j(s) \text{ и } N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

3. Определение вероятностных характеристик СОУ

3.1 Алгоритм определения вероятности достоверности исходных данных

3.1.1 Устанавливают величины

$$S^*_{j0}\ ;\ j = 1..n,$$

где

$$S^*_{j0} = \frac{1}{\sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)} \sum_{s=1}^{N} \tau_j(s)\ S^*_j(s);\ j = 1..n$$

3.1.2 Устанавливают величины

$$m_j^*;\ j = 1..n,$$

где

$$m_j^* = \frac{S^*_{j0}}{\sqrt{N_j}}$$

3.1.3 Устанавливают величину

$$h^* = \min\{h_j^*(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N\},$$

где

$$h_j(s) = 1 - \frac{m_j^*}{M_j - \left|M_j(s) - M_j\right|}$$

3.1.4 Составляют функцию

$$f(x) = h^* + \frac{1}{\tau\left(x, \frac{2x}{1-x}\right)} \sqrt{\frac{(1-x)x}{2}} - 1$$

и находят корень x^* уравнения:

$$f(x) = 0; \; 0.5 \le x \le 0.999,$$

где $\tau\left(x, \dfrac{2x}{1-x}\right)$ — критическое значение критерия Стьюдента, когда заданными являются:

1. Доверительная вероятность x.
2. Число степеней свободы K:

$$K = \text{round}\,\left(\frac{2x}{1-x}, 0\right)$$

Примечание:

Этот корень является **вероятностью достоверности совокупности исходных данных P^***.

3.1.5 Проверяют, выполняется ли условие:

$$P^* \ge 0{,}95$$

Если это условие не выполняется, то уточняют исходные данные.

3.2 Алгоритм определения вероятностного предела познания истины в СОУ

3.2.1 Устанавливают величину:

$$h_{max} = \max\{h_j(s);\; j = 1..n(s);\; s = 1..N\},$$

где

$$h_j(s) = 1 - \frac{m_j}{M_j - \left|M_j(s) - M_j\right|}$$

3.2.2 Составляют функцию

$$f(x) = h_{max} + \frac{1}{\tau\left(x, \dfrac{2x}{1-x}\right)}\sqrt{\frac{(1-x)x}{2}} - 1$$

и находят корень x_0 уравнения

$$f(x) = 0;\ 0.5 \le x \le 0.999{,}0$$

где $\tau\left(x, \dfrac{2x}{1-x}\right)$ — критическое значение критерия Стьюдента, когда заданными являются:

1. Доверительная вероятность x.
2. Число степеней свободы K:

$$K = \text{round}\left(\frac{2x}{1-x}, 0\right)$$

3.2.3 Устанавливают величину

$$m_0 = 1 + \text{round}\left(\frac{1}{1-x_0}, 0\right)$$

3.3.4 С помощью соотношения

$$P_0 = 1 - \frac{1}{m_0 - 1},\ \text{если}\ \left(1 - \frac{1}{m_0 - 1}\right) \le P^*$$

и

$$P_0 = P^*,\ \text{если}\ \left(1 - \frac{1}{m_0 - 1}\right) > P^*$$

устанавливают величину P_0, которая служит верхним **вероятностным пределом познания истины** в СОУ.

3.3 Алгоритм определения вероятности обоснованности принимаемых в СОУ решений

3.3.1 Устанавливают величину

$$h_{min} = \min\{h_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N\}$$

3.3.2 Составляют функцию

$$f(x) = h_{min} + \frac{1}{\tau\left(x, \dfrac{2x}{1-x}\right)}\sqrt{\frac{(1-x)x}{2}} - 1$$

и находят корень x_1 уравнения

$$f(x) = 0;\ 0.5 \le x \le 0.999$$

3.3.3 Устанавливают величину

$$m = 1 + \text{round}\left(\frac{1}{1 - x_1}, 0\right)$$

3.3.4 С помощью соотношения

$$P = 1 - \frac{1}{m-1}\ , \text{если } \left(1 - \frac{1}{m-1}\right) \le P_0$$

и

$$P = P_0, \text{ если } \left(1 - \frac{1}{m-1}\right) > P_0$$

устанавливают величину P, которая служит вероятностью обоснованности принимаемых в СОУ решений.

Примечание 1:

Величины P и P_0 всегда являются **дискретными**. В отличие от них, величина P^* может быть как дискретной, так и непрерывной.

Примечание 2:

Всегда выполняется неравенство:

$$P \le P_0 \le P^* \le 1$$

Согласно этому неравенству, величина P_0 является верхним предельным значением P.

4. Алгоритм определения общих, групповых и индивидуальных естественных глобальных оптимумов

4.1 С помощью соотношения

$$M_{j0} = \min\{[M_j - |M_j - M_j s)|];\ s = 1..N\};\ \ j = 1..n$$

устанавливают общие естественные глобальные оптимумы:

$$M_{j0};\ j = 1..n$$

4.2 Последовательно устанавливают величины:

$$\Delta_{j0} = (1 - P_0) \cdot M_{j0};\ j = 1..n$$

и

$$A_{j0} = [M_{j0} - \Delta_{j0};\ M_{j0} + \Delta_{j0}];\ j = 1..n$$

4.3 С помощью соотношения

$$M_{j0}(s) = M_j(s) \text{ при } M_j(s) \in A_{j0}$$

и $$j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

$$M_{j0}(s) = M_{j0} \text{ при } M_j(s) \notin A_{j0}$$

устанавливают **групповые естественные глобальные оптимумы**:

$$M_{j0}(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

4.4 Последовательно устанавливают величины:

$$\Delta_{j0}(s) = (1 - P_0) \cdot M_{j0}(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

и

$$A_{j0}(s) = [M_{j0}(s) - \Delta_{j0}(s);\ M_{j0}(s) + \Delta_{j0}(s)];\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

4.5 С помощью соотношения

$$M_{j0}(\lambda,s) = b_{j\lambda}(s) \text{ при } b_{j\lambda}(s) \in A_{j0}(s)$$

и $$\lambda = 1..N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

$$M_{j0}(\lambda,s) = M_{j0}(s) \text{ при } b_{j\lambda}(s) \notin A_{j0}(s)$$

устанавливают **индивидуальные естественные глобальные оптимумы**:

$$M_{j0}(\lambda,s);\ \lambda = 1..N_j(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

5. Оценка качества функционирования СОУ

Имея в своем распоряжении данные

$$P,\ P_0,\ M_j \text{ и } M_{j0};\ j = 1..n, \tag{8}$$

устанавливают величину γ(0) и проверяют, выполняется ли условие:

$$\alpha \geq 0.95, \tag{9}$$

где

γ(0) — оценка качества функционирования СОУ;

α — мера корректности совокупности данных B.

5.1 Алгоритм оценки качества функционирования СОУ

Величину γ(0) устанавливают с помощью следующего алгоритма:

$$\Delta_j = (1 - P) \cdot M_{j0};\ j = 1..n$$

$$M0_j = \mathrm{round}\left(\frac{M_j}{\Delta_j}, 0\right) \cdot \Delta_j;\ j = 1..n$$

$$\gamma_j(0) = \frac{M0_j}{M_{j0}} \text{ при } M0_j \leq M_{j0}$$

и $j = 1..n$

$$\gamma_j(0) = 2 - \frac{M0_j}{M_{j0}} \text{ при } M0_j > M_{j0}$$

$$\beta_j(0) = 1, \text{если } \gamma_j(0) < 1$$

и $j = 1..n$

$$\beta_j(0) = 0, \text{если } \gamma_j(0) = 1$$

$$m(0) = \sum_{j=1}^{n} \beta_j(0)$$

$$\gamma(0) = \prod_{j=1}^{m(0)} \gamma_j(0)^{\frac{\beta_j(0)}{m(0)}} \text{ при } m(0) > 1$$

и

$$\gamma(0) = 1 \text{ при } m(0) = 0$$

5.2 Алгоритм проверки корректности совокупности данных обследования СОУ

Величину α устанавливают с помощью формулы:

$$\alpha = \frac{\min(\gamma 1, \gamma 2)}{\max(\gamma 1, \gamma 2)},$$

где

$\gamma 1$ — значение $\gamma(0)$, установленное по вышеприведенному алгоритму;

$\gamma 2$ — значение $\gamma(0)$, установленное по формуле: $\gamma(0) = \frac{P}{P_0}$

Примечание:

Если условие (9) не выполнятся, то производят новое обследование СОУ.

5.3 Оценка качества функционирования типичного объекта управления

Имея в своем распоряжении данные

$$P,\ M_j(s) \text{ и } M_{j0}(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

можно установить величины:

$$\gamma(s);\ s = 1..N, \tag{10}$$

где

γ(s) — оценка качества функционирования **типичного представителя** s-ой группы объектов управления СОУ.

Величины (10) устанавливают с помощью следующего алгоритма:

$$\Delta_j(s) = (1 - P) \cdot M_{j0}(s);\ j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

$$M0_j(s) = \mathrm{round}\left(\frac{M_j(s)}{\Delta_j(s)}, 0\right) \cdot \Delta_j(s); j = 1..n(s);\ s = 1..N$$

$$\gamma_j(s) = \frac{M0_j(s)}{M_{j0}(s)} \text{ при } M0_j(s) \le M_{j0}(s)$$

и $$j = 1..n(s); s = 1..N \qquad (11)$$

$$\gamma_j(s) = 2 - \frac{M0_j(s)}{M_{j0}(s)} \text{ при } M0_j(s) > M_{j0}(s)$$

$$\beta_j(s) = 1, \text{ если } \gamma_j(s) < 1$$

и $$j = 1..n(s); s = 1..N$$

$$\beta_j(s) = 0, \text{ если } \gamma_j(s) = 1$$

$$m(s) = \sum_{j=1}^{n(s)} \beta_j(s);\ \ s = 1..N$$

$$\gamma(s) = \prod_{j=1}^{m(s)} \gamma_j(s)^{\frac{\beta_j(s)}{m(s)}} \text{ при } m(s) > 0$$

и $$s = 1..N$$

$$\gamma(s) = 1 \text{ при } m(s) = 0$$

Примечание:

Задача определения величин

$$\gamma(s);\ s = 1..N$$

является задачей **ученого-исследователя**, которым изучаются общие свойства той или иной группы объектов управления.

5.4 Оценка качества функционирования отдельно взятого объекта управления

Каждый отдельно взятый ОУ принадлежит одной — **вполне определенной** — группе объектов управления и для него всегда выполняются условия:

$$\lambda = \lambda_0 \text{ и } s = s_0, \tag{12}$$

где

λ_0 — фиксированное значение λ;

s_0 — фиксированное значение s.

При этом, ППКФ каждого отдельно взятого ОУ, как правило, подлежат **одноразовому** обследованию, т. е. имеет место:

$$N_j(s) = 1 \text{ при } \lambda = \lambda_0 \text{ и } s = s_0 \tag{13}$$

Обозначим

$$\begin{aligned}
&\Delta_j(s) = \Delta_j \text{ при } \lambda = \lambda_0 \text{ и } s = s_0\\
&b_{j\lambda}(s) = b_j \text{ при } \lambda = \lambda_0 \text{ и } s = s_0\\
&M_{j0}(\lambda, s) = M_{j0} \text{ при } \lambda = \lambda_0 \text{ и } s = s_0\\
&\gamma_\lambda(s) = \gamma_j \text{ при } \lambda = \lambda_0 \text{ и } s = s_0\\
&\gamma(\lambda, s) = \gamma \text{ при } \lambda = \lambda_0 \text{ и } s = s_0\\
&n(s) = n \text{ при } \lambda = \lambda_0 \text{ и } s = s_0,
\end{aligned} \tag{14}$$

где

b_j — фактическое значение j-го ППКФ отдельно взятого ОУ;

M_{j0} — точечная индивидуальная норма j-го ППКФ отдельно взятого ОУ;

Y — оценка качества функционирования отдельно взятого ОУ.

В том случае, когда выполняется условия (12), (13) и (14), алгоритм (11) принимает вид:

$$\Delta_j = (1 - P) \cdot M_{j0};\ j\ =\ 1..n$$

$$b0_j = \mathrm{round}\left(\frac{b_j}{\Delta_j}, 0\right) \cdot \Delta_j; j = 1..n$$

$$\gamma_j = \frac{b0_j}{M_{j0}}\ \text{при}\ b0_j \le M_{j0}$$

и $\qquad j - 1..n$

$$\gamma_j = 2 - \frac{b0_j}{M_{j0}}\ \text{при}\ b0_j > M_{j0}$$

$$\beta_j = 1, \text{если}\ \gamma_j < \ 1$$

и $\qquad j = \ 1..n \qquad (15)$

$$\beta_j = 0, \text{если}\ \gamma_j(0) = 1$$

$$m = \sum\nolimits_{j=1}^{n} \beta_j$$

$$\gamma = \prod_{j=1}^{m} \gamma_j^{\frac{\beta_j}{m}}\ \text{при}\ m \ge \ 1$$

и

$$\gamma = 1\ \text{при}\ m = \ 0$$

Этот алгоритм и является алгоритмом оценки качества

функционирования отдельно взятого объекта управления. Он, как видно, является частным случаем алгоритма (11).

Итак, имея в своем распоряжении данные

$$P,\ b_j\ \text{и}\ M_{j0};\ j = 1..n,$$

всегда можно произвести оценку качества функционирования отдельно взятого ОУ.

Как видно, алгоритм оценки качества функционирования отдельно взятого ОУ является довольно простым. Однако следует иметь в виду, что этим алгоритмом можно оперировать только в том случае, когда известными являются величины:

$$\text{P и } M_{j0};\ j = 1..n \tag{16}$$

А чтобы установить эти величины, следует хотя бы один раз обработать всю совокупность данных (7).

В итоге, для того, чтобы оценить качество функционирования отдельно взятой той или иной системы нижнего уровня, в первую очередь, хотя бы один раз должны быть обработаны данные обследования всей соответствующей системы верхнего уровня.

Примечание 1:

Задача определения величины γ является задачей каждого **управленца-практика**. Знание этой величины, в первую очередь, необходимо для принятия обоснованных решений при лечении больного человека.

Примечание 2:

Чтобы оценить состояние здоровья отдельно взятого больного человека, необходимо, в первую очередь, установить:

- полo-возрастную группу, к которой этот больной человек относится,
- патологическую группу, к которой этот больной человек относится.
- совокупность показателей состояния здоровья, которые при данной патологии вообще бывают отклоненными от их общепринятых статистических норм.

Этой совокупностью показателей, как известно, и оперируют при оценке состояния здоровья больных данной патологической группы.

Однако при оценке состояния здоровья отдельно взятого больного человека, относящегося к этой группе, из вышеуказанных показателей, во внимание принимают только те, которые у этого больного человека в данный момент времени фактически отклонены от общепринятых статистических норм.

Установленная выше патологическая группа больных представляет собой целостную систему верхнего уровня S.

Группы больных, составляющих совместно целостную систему S, могут различаться друг от друга:

- по методам лечения,
- по очередности посещения лечебного учреждения

и т. д.

Устанавливают все группы больных, которые совместно составляют целостную систему S.

Уточняют:

- к какой группе больных относится человек, состояние здоровья которого подлежать оценку,
- являются ли для этой группы больных известными все величины (16).

Если совокупность величин (16) не является известной, то выясняют, является ли известной совокупность данных (7).

Если совокупность данных (7) еще не установлены, то сначала следует установить их, а потом с помощью вышеприведенного алгоритма можно установить величины (16).

После того, как величины (16) станут известными, с помощью алгоритма (15), устанавливают:

- оценки качества функционирования организма больного человека **отдельными** обследованными показателями его состояния здоровья,
- оценку качества функционирования организма больного человека **всей совокупностью** обследованными показателями его состояния здоровья.

Ясно, что величинами (16) можно оперировать при оценке состояния здоровья любого больного человека, относящегося к той группе больных, которой данный больной человек принадлежит.

Точнее, для других групп больных другими будут величины:

$$M_{j0};\ j = 1..n$$

А величина P для всех групп больных, составляющих совместно систему S, будет одна и та же.

Литература

1. Денисов, А. А. Теория больших систем управления / А. А. Денисов, Д. Н. Колесников. — Ленинград : Ленинградское отделение энергоиздата. — 1962. — 288 с., ил. — Текст : непосредственный.

2. Ляпунов, А. А. Теоретические проблемы кибернетики / А. А. Ляпунов, С. В. Яблонский // Проблемы кибернетики. — 1963. — № 9. — Текст : непосредственный.

3. Ушаков, И. А. Эффективность функционирования сложных систем // О надежности сложных технических систем: сборник трудов семинара Секции надежности Научного совета по комплекс. пробл. «Кибернетика» при Президиуме АН СССР / Н. Г. Бруевич и др.; редколлегия: А. И. Берг и др. — Москва : Советское радио, 1966. — 323, [1] с.: ил. — Текст : непосредственный.

4. Малиновский, А. В. Сложные системы и термодинамика // Всесоюзная школа-семинар по управлению большими системами : труды Всесоюзной школы-семинара по управлению большими системами (Тбилиси, 1973). — Тбилиси : Мецниереба, 1974. — 274 с. : ил. — Текст : непосредственный.

5. Флейшман, Б. С. Статистические пределы эффективности сложных систем // Прикладные задачи технической кибернетики: сборник трудов. — Москва : Советское радио, 1966. — Текст : непосредственный.

6. Бусленко, Б. С. Моделирование сложных систем. — 2-е изд., перераб. — Москва : Наука, 1968. — 399 с. — Текст : непосредственный.

7. Флейшман, Б. С. Элементы теории потенциальной эффективности сложных систем. — Москва : Советское радио, 1971. — 224 с. — Текст : непосредственный.

8. Малиновский, А. В. Модели совместного функционирования многих целенаправленных элементов // Автоматика и телемеханика. — 1972. — № 11, 12. — Текст : непосредственный.

9. Николис, Г. Познание сложного. Введение / Г. Николис, И. Пригожин. — Москва : Мир, 1990. — 221 с. — Текст : непосредственный.

10. Хускивадзе, А. П. Исследование эффективности больших систем: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук / Амиран Пименович Хускивадзе; Тбилисский государственный университет. — Тбилиси: ТГУ. — 25 с. — URL: https://www.nplg.gov.ge/ec/ka/pb3/browse.html?pft=biblio&from=40725 (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

11. Князева, Е. Н. Сложные системы и нелинейная динамика в природе и обществе // Вопросы философии. — 1998. — № 11. — С. 138–143. — Текст : непосредственный.

12. Князева, Е. Н. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем / Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов. — Москва : Наука, 1994. — 236 с. — Текст : непосредственный.

13. Ушаковская, Е. Д. О причинах синергетических процессов и эволюции вселенной // Синергетика и эволюционизм. — URL: https://spkurdyumov.ru/evolutionism/sinergetika-i-prichiny-evolyucii-vselennoj/ (дата обращения: 05.04.2022:). — Текст : электронный.

14. Данилов, Ю. А. Что такое синергетика? / Ю. А. Данилов, Б. Б. Кодомцев // Нелинейные волны. Самоорганизация. — Москва : Наука, 1983. — Текст : непосредственный.

15. Князева, Е. Н. Синергетика: нелинейность времени и ландшафты коэволюции / Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов. — Москва : КомКнига, 2007. — 2682 с. — ISBN 978-5-484-00914-5. — Текст : непосредственный.

16. Буданов, В. Г. Трансдисциплинарное образование, технологии и принципы синергетики // Синергетика и образование. — URL: http://www.synergetic.ru/science/transdisciplinarnoe-obrazovanie-tehnologii-i-principy-sinergetiki.html (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

17. Хоружий, С. С. Синергичная антропология // Томские лекции : Вестник Томского государственного университета. Философия, социология, политология. — 2009. — № 2 (6). — С. 124–125. — Текст : непосредственный.

18. Haken, H., Graham R. Synergelik. Die Lehrevom Zusammenwirken. — 11 Umschau. — 1971. — vol. 6. — S. 191.

19. Хакен, Г. Синергетика. — Москва : Мир, 1980. — 404 с. — Текст : непосредственный.

20. Haken, H. Principles of Brain Functioning. A Synergetic Approach to Brain Activity. Behaviorand Cognition.in, Springer. — 1996.

21. Хакен, Г. Самоорганизующееся общество // Будущее России в зеркале синергетики. — Москва : КомКнига, 2006. — Текст : непосредственный.

22. Данилов, Ю. А. Роль и место синергетики в современной науке // Что такое синергетика. — URL: https://spkurdyumov.ru/what/rol-i-mesto-sinergetiki-v-sovremennoj-nauke/ (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

23. Данилов, Ю. А. Что такое синергетика? // Что такое синергетика. — URL: http://www.synergetic.ru/science/chto-takoe-synergetica.html (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

24. Делез, Ж., Ф. Гватари. Тысяча плато: Капитализм и шизофрения / Ж. Делез, Ф. Гватари. — Москва : Астраль, 2010. — 895 с. — Текст : непосредственный.

25. Князева, Е. Н. Жизнь неживого с точки зрения синергетики / Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов // Синергетика : сборник. Т. 3. — Москва : МГУ, 2000. — С. 39–61. — Текст : непосредственный.

26. Эбелинг, В. Образование структур при необратимых процессах. — Москва : Мир, 1979. — 277 с. — Текст : непосредственный.

27. Матурана, У. Древо познания / У. Матурана, Ф. Варела ; перевод с английского Ю. А. Данилова. — Москва : Прогресс-Традиция, 2001. — 224 с. — Текст : непосредственный.

28. Пригожин, И. Конец определенности. — URL: http://www.edurss.ru/cgi-bin/db.pl?cp=&page=Book&id=1387&lang=Ru&blang=ru&list=Found (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

29. Пригожин, И. Порядок из хаоса/ И. Пригожин, И Стенгерс. — URL: http://www.edurss.ru/cgi-bin/db.pl?cp=&page=Book&id=11743&lang=Ru&blang=ru&list=Found (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

30. Пригожин, И. Время. Хаос. Квант / И. Пригожин, И Стенгерс.— URL: http://www.edurss.ru/cgi-bin/db.pl?cp=&page=Book&id=12190&la

ng=Ru&blang=ru&list=Found (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

31. Пригожин, И. От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках / И. Пригожин; перевод с английского Ю. А. Данилова; под редакцией Ю. Л. Климонтовича. — 2. изд., доп.– Москва : УРСС. — 2002 — 287 с. : ил. — ISBN 5-354-00071-8. — Текст : непосредственный.

32. Николис, Г. Самоорганизация в неравновесных системах / Г. Николис, И. Пригожин. — Москва : МИР, 1979. — 277 с. — Текст : непосредственный.

33. Князева, Е. Н. Основания синергетики. Синергетическое мировидение / Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов. — Москва : URSS : КомКнига, 2005. — 238 с. — Текст : непосредственный.

34. Князева, Е. Н. Культурно-исторический мир учёного и прорыв в неузнаемое // Научный Прогресс: когнитивные и социокультурные аспекты. — Москва : ИФ РАН, 1993. — С. 46–72. — Текст : непосредственный.

35. Тарасенко, В. В. Метафизика фрактала. — URL: http://www.synergetic.ru/fractal/metafizika-fraktala.html (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

36. Тарасенко, В. В. Фрактальная логика / В. В. Тарасенко ; предисловие С. П. Капицы ; Российская акад. наук, Ин-т философии. — Москва : URSS, 2009. — 117 с. — ISBN 978-5-397-00079-6. — Текст : непосредственный.

37. Князева, Е. Н. Основания синергетики. Человек, конструирующий себя и свое будущее / Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов. — Москва : URSS: КомКнига: Ленанд, 2006. — 231 с. : ил. — ISBN 5-484-00631-7. — Текст : непосредственный.

38. Войтенко, В. П. Время и часы как проблема теоретической биологии // Вопросы философии. — 1985. — № 1. — С. 73–82. — Текст : непосредственный.

39. Буданов, В. Г. Синергетические стратегии в образовании. — URL: http://spkurdyumov.narod.ru/Budanov11.htm (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

40. Назарян, А. И. Модели самоорганизации в науках о человеке и обществе // Философия и синергетика. — URL: https://spkurdyumov.ru/philosophy/modeli-samoorganizacii-v-naukax-o-cheloveke-i-obshhestve/ (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

41. Аршинов, В. И. Постнеклассические практики, конвергирующие (трансформативные) технологии и проблемы коммуникации в сложностях // Семинар «Феномен Человека в его эволюции и динамике»: тезисы выступлений. — URL: https://synergia-isa.ru/?p=2991 (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

42. Гуссерль, Э. Феноменология внутреннего сознания времени // Гуссерль Э. Собрание сочинений ; под общей редакцией проф. В. И. Молчанова. — Т. 1. — Москва : Изд.во «Гнозис», РИТ «Логос»,1994. — Текст : непосредственный.

43. Луман, Никлас. Что такое организация? Terpsta's Luhmann WebPage. — URL: https://www.terpstrasmarine.com/new-page (дата обращения:05.04.2022). — Текст : электронный.

44. Гильберт, Д. Познание природы и логика. — URL: http://vivovoco.nns.ru/VV/PAPERS/NATURE/GILBERT.HTM (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

45. Витакер, Р. (=R.Whitaker) Обзор основных понятий теории автопоэзиса. — URL: https://www.rinotel.ru/autopoiesis/obzor-osnovnyh-ponatiy-teorii-avtopoezisa.html (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

46. Ушаковская, Е. Д. О причинах синергетических процессов и эволюции вселенной. — URL: http://www.synergetic.ru/science/the-reasons-of-self-organization-process-and-the-evolution-of-the-universe.html (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

47. Казанский, А. Б. Биосфера как автопоэтическая система: Биосферный бутстрап, биосферный иммунитет и человеческое общество // Экогеософский альманах, Санкт-Петербург. — 2003. — № 3. — С. 5–50. — Текст : непосредственный.

48. Хускивадзе, А. П. Сложные системы, синергетика и теория целостности. — URL: // http://www.synergetic.ru/science/slozhnye-

sistemy-sinergetika-i-teoria-celostnosti.html (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

49. Хускивадзе, А. П. Целостные системы. Вопросы общей теории систем управления. — Тбилиси : Сабчота Сакартвело, 1979. — 316 с. — Текст : непосредственный.

50. Хускивадзе, А. П. Задачи многокритериальной оптимизации и оценивания в эмпирических целостных системах и их решения: монография / А. П. Хускивадзе; НИИ эксперимент. и клин. терапии МЗ и СО Респ. Грузия. — 2-е изд., перераб. и доп. — Тбилиси : Сакартвело, 1991. — 119 с. — Текст : непосредственный.

51. Берталанфи, Л. фон. Общая теория систем — критический обзор // Исследования по общей теории систем : сборник трудов. — Москва : Прогресс, 1969. — Текст : непосредственный.

52. Берталанфи, Л. фон. История и статус общей теории систем // Системные исследования: ежегодник. — Москва, 1973. — С. 20–37. — Текст : непосредственный.

53. Месарович, М. Д. Общая теория систем и ее математические основы // Исследования по общей теории систем : сборник трудов. — Москва : Прогресс, 1969. — Текст : непосредственный.

54. Садовский, В. И. Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. — Москва : Наука, 1974. — 279 с. — Текст : непосредственный.

55. Исследования по общей теории систем : сборник переводов ; под редакцией В. И. Садовского и Э. Г. Юдина — Москва : Прогресс, 1969. — 520 с. — Текст : непосредственный.

56. Уемов, А. И. Системный подход и общая теория систем. — Москва : Мысль, 1979. — 272 с. — Текст : непосредственный.

57. Гайдес, М. А. Общая теория систем. — URL: http://www.medlinks.ru/sections.php?op=listarticles&secid=58 (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

59. Карташев, А. В. Система систем. Очерки общей теории и методологии. — Москва : «Прогресс-Академия», 1995. — 416 с. — Текст : непосредственный.

60. Лекторский В. А. О принципах исследования систем / В. А. Лекторский, В. Н. Садовский // Вопросы философии. — 1960. — № 8. — URL: http://vphil.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=38&Itemid=55 (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

61. Портер, У. Современные основания общей теории систем / перевод с английского. — Москва : Наука, 1971. — 556 с. — Текст : непосредственный.

62. Кальман, Р. Очерки по математической теории систем / Р. Кальман Р., И. Фалб, М. Арбиб ; под редакцией Я. З Ципкина. — Москва : Мир, 1971. — 389 с. — Текст : непосредственный.

63. Терехов, С. В. Введение в синергетику. — Донецк : Цифровая типография, 2009. — 187 с. — Текст : непосредственный.

64. Николаев, И. Исключительно простая теория всего на свете. — URL: http://backreaction.blogspot.com/007/11/theoretically-simple-exception-of.htm (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

65. Гейзенберг, В. Часть и целое. — Тбилиси : Ганатлеба, 1983. — 331 с. — Текст : непосредственный.

66. Категории диалектики и принципы целостности, структурности и причинности в медицине / С. С. Гурвич // Философские проблемы медицины. — Киев : Здоровье, 1969. — С. 54–78. — Текст : непосредственный.

67. Mainzer, K. Thinkingin Complexity. The Complex Dynamics of Matter. Mind and Mankind.3 rdrev. Andenlargeted. — Berlin : Springer, 1997.

68. Афанасьев, В. Г. О целостных системах / Вопросы философии. — 1980. — № 6. — С. 62–78 — Текст : непосредственный.

69. Афанасьев, В. Г. Общество, системность, познание и управление. — Москва : Политиздат, 1981. — 432 с. — Текст : непосредственный.

70. Абрамова, Н. Т. Целостность и управление. — Москва : Наука, 1974. — 248 с. — Текст : непосредственный.

71. Клачков, П. В. Гуманитарные технологии как социально-культурные факторы обеспечения целостности современного государства. — Красноярск, 2013. — URL: http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/2311/9657/1/klachkov.pdf (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

72. Общество и синергетика : учебно-методическое пособие / Составители : Г. М. Нажмудинов, А. А. Власова. — Ярославль : ЯрГУ, 2018. — 36 с. — Текст : непосредственный.

73. Хускивадзе, А. А. Вероятностный предел познания истины и вопросы математического моделирования живого организма как единого целого / А. А. Хускивадзе, А. П. Хускивадзе. — URL: http://www.medlinks.ru/article.php?sid=32701 (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

74. Хускивадзе, А. П. Целостная система и количественное измерение ее состояния. Живой организм как выраженная целостная система. — URL: http://www.medlinks.ru/article.php?sid=38535 (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

75. Хускивадзе, А. П. Мироустройство // Medlinks.ru — Медицинская библиотека. Фундаментальная медицина. Книги и руководства. — 2010. — 110 с. — URL: http://www.medlinks.ru/sections.php?op=listarticles&secid=108 (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

76. Копытин, И. В. Как возник и устроен мир. Современная физика о происхождении Вселенной. Часть 1. — № 15 [195]. — URL: http://www.relga.ru (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

77. Bar-Yam, Y. General features of complex systems. Knowledge management, organizational intelligence and learning, and complexity. — Vol. 1. — 2002, — P. 1–9.

78 а. Хускивадзе, А. П. Теория целостности. Принятия решений в больших — сложных — системах. — Саарбрукен : LAP, 2014. — 226 с. — ISBN 978-3-659-52793-7 (LAP, 2014). — Текст : непосредственный.

78 б. Хускивадзе, А. П. Теория целостности. Принятия решений в больших — сложных — системах. — Саарбрукен : LAP, 2014. — 226 с. — I SBN 978-3-659-52793-7 (LAP, 2014). — URL: http: chromos.msu.ru/ru/ (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

78 в. Хускивадзе, А. П. Теория целостности. Принятия решений в больших — сложных — системах. — Москва : РАОКОППИРУС, 2016. — 226 с. — ISBN 978-5-4472-6195-5. — Текст : непосредственный.

78 г. Хускивадзе, А. П. Теория целостности. Принятия решений в больших — сложных — системах. — Москва : РАОКОППИРУС, 2016. — 226 с. — ISBN 978-5-4472-6195-5. — URL: http://www.synergetic.ru/books/teoria-celostnosti-prinatie-reshenia-v-bolshih-slozhnyh-sistemah.html (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

79 а. Хускивадзе, А. П. Синергетика. Вопросы рационального использования внутренних ресурсов объектов управления. — Саарбрукен : LAP, 2019. — 374 с. — ISBN 978-613-8-22988-9. — Текст : непосредственный.

79 б. Хускивадзе, А. П. Синергетика. Вопросы рационального использования внутренних ресурсов объектов управления. — Саарбрукен : LAP, 2019. — 374 с. — ISBN 978-613-8-22988-9. — URL: http://www.chromos.msu.ru (дата обращения: 05.04.2022). — Текст : электронный.

80. Баевский, Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. — Москва : Медицина, 1979. — 312 с. — Текст : непосредственный.

81. Большев, Л. И. Таблицы математической статистики / Л. И. Большев, Н. В. Смирнов. — Москва : Наука,1983. — 416 с. — Текст : непосредственный.

82. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. — Москва : Высшая Школа, 2002. — 479 с. — Текст : непосредственный.

83. Хокинг, С. Краткая история времени: От большого взрыва до черных дыр / перевод с английского Н. Смородинской. — Санкт-Петербург : Амфора, 2001. — 201 с. — Текст : непосредственный.

84. Рудаков, С. И. Основы современного марксизма. — Воронеж : ГУП ВО, 2007. — 326 с. — Текст : непосредственный.

85. Беклемишев, Л. Д. Теоремы Гёделя о полноте и границы их применимости // УМН. — Т. 65. — Вып. 5 (395). — 2010. — С. 62–105. — Текст : непосредственный.

86. Успенский, В. А. Теорема Гёделя о полноте в элементарном изложении // УМН. — Т. 29. — Вып. 1. — 1974. — С. 3–4. — Текст : непосредственный.

87. Хускивадзе, А. П. Естественный глобальный оптимум и общие закономерности живой и неживой природы. Точечные статистические нормы человека. — URL:http://www.medlinks.ru/article.php?sid=39210 (дата обращения: 06.04.2022). — Текст : электронный.

88. Универсальный советчик принимающего решения (УСПР) / Хускивадзе А.П. — Москва : ФИПС РФ. — Программа для ЭВМ 6 : RU2013 613703. — Электронная программа.

89. Хускивадзе, А. А. Общая теория систем Л. фон Берталанфи, единая теория поля и теория целостности. Закономерности гармонии природы/ А. А. Хускивадзе, А. П. Хускивадзе. — URL: http://www.medlinks.ru/article.php?sid=35373 (дата обращения: 06.04.2022). — Текст : электронный.

90. Холл, А. Д. Определение понятия системы / А. Д Холл, Р. Э. Фейджин // Исследования по общей теории систем : сборник трудов. — Москва : Прогресс, 1969. — Текст : непосредственный.

91. Уемов, А. И. Логический анализ системного подхода к объектам и его место среди других методов исследования. — Москва : Наука, 1969. — 204 с. — Текст : непосредственный.

92. Тода, М. Логика систем: введение в формальную теорию структуры / М. Тода, Э. Х. Щуфорд // Исследования по общей теории систем : сборник трудов. — Москва : Прогресс, 1969. — Текст : непосредственный.

93. Клар, И. Абстрактное понятие системы как методологическое средство // Исследования по общей теории систем : сборник трудов. — Москва : Прогресс, 1969. — Текст : непосредственный.

94. Уемов, А. И. К вопросу определения понятия «система» // Некоторые теоретические вопросы коммунистического строительства : сборник трудов. — Одесса, 1967. — Текст : непосредственный.

95. Эллис, Д. Строгое определение понятия системы / Д. Эллис, Ф. Людвиг // Исследования по общей теории систем : сборник переводов / Общая редакция и вступ. статья В. Н. Садовского и Э. Г. Юдина. — Москва : Прогресс, 1969. — Текст : непосредственный.

96. Кудрявцев, В. Б. Функциональные системы. — Москва : Издательство МГУ, 1982. — 157 с. — Текст : непосредственный.

97. Франкос, Чарльз. Кто знает, что такое Общая Теория Систем? — URL: http://www.newciv.org/ISSS_Primer/seminar. html (дата обращения: 06.04.2022). — Текст : электронный.

98. Тигранян, Р. А. Стресс и его значение для организма. — Москва : Наука, 1966. — 176 с. — Текст : непосредственный.

99. Сель, Г. Стресс без стресса. — Москва : Прогресс, 1979. — 123 с. — Текст : непосредственный.

100. Хускивадзе, А. А. Закономерности целостного организма / А. А. Хускивадзе, А. П. Хускивадзе. — URL: http://www.medlinks.ru/article.php?sid=34892 (дата обращения: 06.04.2022). — Текст : электронный.

101. Буданов, В. Г. Синергетическая алгебра гармонии. — URL: http://www.synergetic.ru/science/sinergeticheskaa-algebragarmonii.html(дата обращения:). — Текст : электронный.

102. Саврухин, А. П. Природа элементарных частиц и золотое сечение. — URL: http://savrukhin.narod.ru (дата обращения: 06.04.2022). — Текст : электронный.

103. Шевелев, И. Ш. Золотое сечение. Три взгляда на природу гармонии / И. Ш. Шевелев, М. А. Марутаев, И. П. Шмелов. — Москва : Стройиздат, 1990. — 342 с. — Текст : непосредственный.

104. Хускивадзе, А. А. Естественный глобальный оптимум и вероятностный предел познания истины. Индивидуальная норма человека / А. А. Хускивадзе, А. П. Хускивадзе. — URL: http://www.medlinks.ru/article.php?sid=33435 (дата обращения: 06.04.2022). — Текст : электронный.

105. Колмогоров, А. Н. Математика в ее историческом развитии/ под редакцией В. А. Успенского. — Москва : Наука, — 1991. — 224 с. — Текст : непосредственный.

106. Никитин, В. А. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: учебное пособие / В. А. Никитин, С. В. Бойко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Оренбург : ГОУ ОГУ, 2004. — 462 с. — I SBN 5-7410-0692-2. — Текст : непосредственный.

107. Хускивадзе, А. П. Естественная задача многокритериальной оптимизации и ее решение. Естественный глобальный оптимум //

Евразийский союз ученых (ЕСУ). Серия : Философские науки. — 2015. — № 4 (13). — С. 13–16. — ISBN 2411 — 6467. — URL: https://drive.google.com/file/d/0B9H7Aernmzq7WGV0LXhpcEE4aU0/view?usp=sharing (дата обращения: 06.04.2022). — Текст : электронный.

108. Анохин, П. К. Очерки по физиологии функциональных систем. — Москва : Медицина, 1975. — 447 с. — Текст : непосредственный.

109. Анохин, П. К. Принципы системной организации функций. — Москва : Наука, 1973. — 315 с. — Текст : непосредственный.

110. Функциональные системы организма / под редакцией К. В. Судакова. — Москва : Медицина, 1987. — 432 с. — Текст : непосредственный.

111. Хускивадзе, А. П. Самый важный синергетический параметр порядка систем. — Москва : РАО КОПИРУС, 2022. — 48 с. — ISBN 978-5-00190-007-8. — Текст : непосредственный.

112. Оптимизация внутренних ресурсов системы объектов управления : Оптимизатор ресурсов — 5 / разработчики : А. Л. Кулапин, К. С. Жевнеров. — URL: http://theory-of-integrity.ru/app (дата обращения: 06.04.2022). — Электронная программа.

113. Ларичев, О. И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: учебник. — Москва : Логос, 2000. — 296 с. — Текст : непосредственный.

114. Тимбергиев, Н. Социальное поведение животных / перевод с английского Ю. Л. Амченкова ; под редакцией акад. РАН П. В. Симонова. — Москва : Мир,1993. — 81 с. — Текст : непосредственный.

115. Нейман, Дж. фон, Теория игр и экономическое поведение / Дж. фон Нейман, О. Морган. — Москва : Наука, 1970. — Текст : непосредственный.

116. Вентцель, У. С. Исследование операций: задачи, причины, методология. — Москва : Наука, 1980. — Текст : непосредственный.

117. Ларичев, О. И. Системы поддержки принятия решений: современное состояние и перспективы развития / О. И. Ларичев, А. Б. Петровский // Итоги науки и техники. — Т. 21. — Москва : ВИНИТИ, 1987. — Текст : непосредственный.

118. Миркин, Б. Г. Проблема группового выбора. — Москва : Наука, 1974. — 256 с. — Текст : непосредственный.

119. Петровский, А. Б. Методы групповой классификации многопризнаковых объектов (часть 1) // Искусственный интеллект и принятие решений. — 2009. — № 3. — С. 3–14. — Текст : непосредственный.

120. Петровский, А. Б. Методы групповой классификации многопризнаковых объектов (часть 2) // Искусственный интеллект и принятие решений. — 2010. — № 4. — С. 3–14. — Текст : непосредственный.

121. Штойер, Р. Многокритериальная оптимизация: теория, вычисления и приложения / Р. Штойер; перевод с английского Е. М. Столяровой; под редакцией А. В. Лотова. — Москва : Радио и связь, 1976. — 504 с. : ил. — ISBN 5-256-01016-6. — Текст : непосредственный.

122. Дайер, Дж. Многоцелевое программирование с использованием человеко-машинных процедур // Вопросы анализа и процедуры принятия решений : Сборник переводов / под редакцией канд. физ.-мат. наук И. Ф. Шахнова ; с предисловием чл.-кор. АН СССР Г. С. Поспелова. — Москва : Мир, 1976. — Текст : непосредственный.

123. Ларичев, О. И. Объективные модели и субъективные решения / ответственный редактор Д. М. Гвишиани ; АН СССР, ВНИИ системных исследований. — Москва : Наука, 1987. — 142, [1] с. — Текст : непосредственный.

124. Орлов, А. И. Теория принятия решений : учебник. — Москва : Экзамен, 2006. — 573 с. — ISBN: 5-472-01393-3. — Текст : непосредственный.

125. Орлов, А. И. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений : учебное пособие. — Москва : МарТ, 2005. — 496 с. — Текст : непосредственный.

126. Сергеев, Я. Д. Диагональные методы глобальной оптимизации/ Я. Д. Сергеев, Д. Е. Квасов. — Москва : Физматлит ; Нижний Новгород : Нижегородский гос. ун-т, 2008. — 351 с. : ил., табл. — ISBN 978-5-9221-1032-7 (в пер.). — Текст : непосредственный.

127. Шарый, С. П. Стохастические подходы в интервальной глобальной оптимизации // сборник трудов. XIII Байкальской Международной.

Школы-семинара «Методы оптимизации и их приложения» (Иркутск — Северобайкальск, 7–8 июля 2005 г.). — Т. 4. (Интервальный анализ). — Иркутск : ИСЭМ СО РАН, 2005. — С. 85–105. — Текст : непосредственный.

128. Лотов, А. В. Конспект лекций по теории и методам многокритериальной оптимизации : учебное пособие / А. В. Лотов, И. И. Поспелова. — Москва, 2014. — URL: http://www.ccas.ru/mmes/mmeda/Lotov&Posp.pdf (дата обращения: 06.04.2022). — Текст : электронный.

129. Furlong, N. E., Lovelace E. A., Lovelace K. L., Research methods and statistics. — 2000. — 729 p. — ISBN 0-15-507162-9.

130. Evens, W.J., Grant, G.R. Statistical Menhods in Bioinfomatics. — 2001. — 476 p. — ISBN 0-387-95229-2.

131. Фалин, Г. И. Квартиливо писательной статистике / Г. И. Фалин, Ф. И. Фалин // Математика. — 2011. — № 15. — С. 8–14. — URL: http// mech. Math.msu.su/ (дата обращения: 06.04.2022). — Текст : электронный.

132. Тьюки, Д. Анализ результатов наблюдений. Разведочный анализ. — Москва : Мир, 1981. — 696 с. — Текст : непосредственный.

132 а. Tukey, J. W. Exploratory Date Analysis. Readin M.A. Addison Wesley PublishigCo. — 1977.

133. Патент № 2018117734 Российская Федерация, МПК G06F 17/18(2006.01)G05B 23/00(2006.01). Технология автоматического определения характеристик массового явления — истинного состояния системы объектов управленя (Технология А. П. Хускивадзе) : № 2019143162 : заявлено : 20.12 2019 : опубликовано : 21.06 2021. — Бюл. изобретений № 18 / А. П. Хускивадзе.

134. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019615422 Российская Федерация. Системный анализ качества функционирования объектов управления и оптимизация их внутренних ресурсов (Оптимизатор ресурсов — 4) / А. П. Хускивадзе. — Москва : ФИПС РФ. — Электронная программа.

135. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019612099 Российская Федерация. Технология автоматического отделения от асимметричного числового набора его симметричной

части: № 2019611018 : заявлено 31.01.2019 ; опубликовано : 11.02.2019 ; правообладатель А. П. Хускивадзе. — Москва : ФИПСРФ. — Электронная программа.

136. Freund, J., Perles, B.A. Newlook at Quartiles of Unground Date // American Statistician, Vol. 41. — No. (Aug. 1987). — P. 200–203.

137. Hundman, R. J., Fan, Y. Sample Quartiles in Statistical Packages // American Statistician, Vol. 50. — No. — 4(Nov., 1996). — P. 361–653.

138. Гунджуа, Ц. А. Продольная систолическая функции ями-окарда левого желудочка у больных ишемической болезнью сердца / Ц. А. Гунджуа, Т. В. Бурдули, Э. К. Асымбекова, С. Т. Мацкеплишвили // Клиническая физиология кровообращения. — 2007. — № 1. — С. 28–33. — Текст : непосредственный.

139. Кислякова, М. В. Ультразвуковая диагностика бедренной и седалищной нейропатий в неврологической практике / М. В. Кислякова, Ю. И. Кузнецова, С. А. Васильченко, С. Г. Бурков // Sono Ace Ultrasound. — 2014. — № 26. — С. 42–50. — Текст : непосредственный.

140. Хускивадзе, А. П. Синергетическая теория целостности / А. П. Хускивадзе. — Москва: Знание-М, 2022. — 243 с.

Amiran Pimenovich Khuskivadze

Synergetic theory of integrity

We study a class of systems whose states are described by the Student's probability distribution. This is the widest class of systems. It includes all natural and a number of other systems.

The book contains **three pairs of equivalent** methods. These pairs of methods are:

1. Methods determination of **natural global optimums**, which, in particular, is the normal human body temperature.

2. Methods assessment of the quality of the functioning of systems **by individual surveyed indicators** of their conditions.

3. Methods assessment of the quality of the functioning of systems by **all sets of surveyed indicators** of their conditions.

By implementing the entire set of solutions developed based on the results of the examination of each system using this mathematical apparatus, this system will certainly move to its best possible state at a given time.

It will be useful for specialists in different fields who have to jointly process large amounts of statistical data in order to make informed decisions.

О книге и ее авторе

С Амираном Пименовичем Хускивадзе я познакомился в 2004 году. До этого времени около десяти лет я был с ним знаком, что называется, заочно, т. к. с его сыном Амираном Амирановичем Хускивадзе мы были друзьями и вместе учились на общем отделении физического факультета Воронежского государственного университета по специальности «Теоретическая физика».

Из нашего общения с Амираном еще тогда я понял, что Амиран Пименович очень неординарный человек: во-первых, потому, что не боится учиться, будучи и так довольно ученым, и во-вторых, потому, что явно имеет какую-то идею, которую хочет реализовать.

Поэтому уже тогда в моем воображении образ Амирана Пименовича вырисовался как образ устремленного, творческого, идейного человека, одержимого реализацией некоей Цели. Редкостью было и то, что это творческое начало выражалось не в искусстве (живопись, музыка и т. д., как это обычно бывает), а в науке, в моей науке — в физике!

Но потом с Амираном-младшим произошел несчастный случай — он попал в аварию и погиб.

Так я познакомился с Амираном Пименовичем…

Первое время мы — друзья Амирана-младшего — часто приезжали к его родителям в гости. Потом все реже и все меньшим составом…

Все это время Амиран Пименович не бросал работу над реализацией своих идей. Хотя уход сына означал для него полный крах (Амиран помогал ему в научной работе, был его соратником по идее и помощником по ее реализации), Силы Духа у него хватило на то, чтобы продолжить труд уже в одиночку (для меня это стало подтверждением Высокой Духовности этого человека).

Шли годы…

Как-то я узнал, что у Амирана Пименовича по результатам его деятельности был назначен прием к министру Минкомсвязи РФ, но встреча не состоялась из-за болезни Амирана Пименовича. Я вдруг осознал, что как друг семьи (да и просто как добропорядочный человек) не могу оставаться в стороне и не оказать Амирану Пименовичу посильную помощь в его делах. Я приехал к ним в гости, расспросил его об этом случае и о том вопросе, с которым он собирался ехать к министру. По итогам разговора я взял у Амирана Пименовича на изучение депонированную в РАО КОПИРУС рукопись третьей уточненной редакции его монографии: «Теория целостности. Принятие решения в больших — сложных — системах».

Проглотив книгу буквально за несколько дней, я понял, что мало того, что Амиран Пименович дошел примерно до тех же концепций, что и я, но он еще и предложил конкретное приложение «моей» философии. Более того, это конкретное приложение Амиран Пименович реализовал в виде нескольких компьютерных программ.

Его компьютерные программы, обрабатывая статистические данные медико-биологических научных исследований, выдавали вполне правдоподобные результаты — выводы, сделанные на основе этих результатов, совпадали с выводами специалистов. Правота его теории была явно налицо!

Тут я во второй раз понял, что не только как добропорядочный человек и друг семьи, но и как единомышленник (можно сказать — соратник по Идее) просто не в состоянии стоять в стороне, когда человек, сделавший такое в одиночку, пытается донести свое открытие до научной общественности!

Так началась наша с ним совместная научная работа, которую мы продолжаем и по сей день.

Результатом совместных усилий явилось несколько существенных уточнений (данная книга отличается еще большей строгостью), а также появление нового (седьмого) параграфа в седьмой главе книги [79]. Также была написана компьютерная программа с графическим пользовательским интерфейсом, некоммерческое использование которой является бесплатным.

Но обо всем этом читатель узнает в книге!

Итак, как читать эту книгу?

Скажу сразу, что я схватил суть данной книги легко и быстро только потому, что наши философские базы (моя и Амирана Пименовича) оказались практически одинаковыми, и схватить суть его работы для меня не составило труда. Более того, в книге для меня не было написано ничего качественно нового — просто все то, до чего я дошел сам в довольно абстрактных философских рассуждениях, у Амирана Пименовича оказалось изложено на строгом языке математической философии. Плюс ко всему, длина научной жизни к тому моменту у Амирана Пименовича была практически равна (и даже превышала) мой биологический возраст — поэтому он умудрился всей этой математической философии найти еще и конкретное применение. Таким образом, в книге я нашел строгое математическое изложение моих же абстрактных концепций и вдобавок — как Подарок Судьбы — еще и конкретное их приложение для реальной жизни…

Но вернемся к основной теме повествования. Итак, суть первой сложности кроется в следующем. Всякому изучающему сей Монументальный Труд так или иначе придется столкнуться с множеством новых понятий. Их наличие обусловлено тем, что Теория Целостности, созданная А. П. Хускивадзе, является синергетической теорией устройства Мироздания.

Известно, что как синергетикой, так и философией изучаются самые общие закономерности устройства Мироздания. Но синергетика является точной наукой. Отсюда особенность языка этой науки, которая. состоит в том, что язык синергетики, с одной стороны, является междисциплинарным языком, а с другой стороны — все исследования, проведенные с его использованием, выполняются с той строгостью, с которой в настоящее время ведутся исследования в точных науках. На этом языке можно проводить исследование любого объекта управления. Более того, на этом языке можно произвести исследование даже самой Вселенной как большой целостной системы.

Ясно, что синергетическая теория Мироустройства, каковой является Теория Целостности, могла быть создана только на таком языке! Не создав его, невозможно было бы создать и Теорию Целостности! И Амирану Пименовичу пришлось создать такой язык (что, по моему мнению, уже является неоценимым вкладом, внесенным А. П. Хускивадзе в Мировую науку!).

Вся прелесть междисциплинарного синергетического языка состоит в том, что его понятия одинаково применимы к любой целостной системе живой и неживой природы: физической, биологической, социальной, технической и т. д. При этом все эти понятия являются не просто общими — все они формализованы должным образом и обозначают вполне определенные синергетические объекты…

Итак, первая сложность состоит в том, что книга изложена на своем — междисциплинарном — языке! И неприятие этого языка грозит полным непониманием изложенного в книге материала!

Вторая сложность кроется в следующем. Изучение объектов управления как целостных систем А. П. Хускивадзе привело сначала к постановке, а затем к совместному общему решению трех фундаментальных математических задач: задачи многокритериальной оптимизации, задачи системного анализа и задачи принятия обоснованных решений. Специально обращаю внимание читателя на то, что Амиран Пименович решил эти три задачи совместно и в общем виде! Тем самым впервые в истории науки им была решена фундаментальная проблема рационального использования внутренних ресурсов объектов управления, объединённых в целостную систему (эта проблема постоянно стоит перед любой целостной системой, включая человеческий организм и государство). В настоящее время даже каждое частное решение любой из этих трёх задач по праву рассматривается как огромное научно-техническое достижение!

Итак, вторая сложность состоит в том, что в данной книге приводится общее совместное решение трёх фундаментальных математических задач: задачи многокритериальной оптимизации, задачи системного анализа и задачи принятия обоснованных решений. И хотя математический аппарат используется крайне простой (не сложнее математического аппарата статистической физики), всем тем, кто не настроится разобраться должным образом в сущности проблемы целостности, довольно сложно будет пройти через начало этой книги (главы 1–4), где все это изложено с аксиомами, теоремами, доказательствами и выводами. На моей памяти было несколько прецедентов, когда неглупые ребята (физики по образованию) просто тонули на протяжении этих глав, так и не дойдя до самого главного — совместного решения вышеуказанных трех математических задач, которое приведено в главах 5 и 6.

Поэтому при первом ознакомлении с главами 1–4 книги я рекомендую не углубляться в детали доказательств и выводов (можно даже совсем их пропустить), а сосредоточить своё внимание на вводимых понятиях и аксиоматике. Вернуться к изучению обоснованности аксиоматики и доказательств, приведенных в главах 1–4, будет целесообразным после изучения материалов глав 5 и 6 книги и ознакомления с Приложением 2.

В свою очередь, при изучении главы 5 внимание должно быть сосредоточено на особенности естественной задачи многокритериальной оптимизации и математической обоснованности ее решения. А при изучении главы 6 внимание должно быть обращено на особенности общей задачи агрегирования скалярных данных — результатов обследования двухуровневой целостной системы и математической обоснованности ее решения. Следует уяснить, что разработанным в этой главе математическим аппаратом, действительно, выполняется системный анализ фактического состояния любого обследуемого объекта управления, который описывается распределением вероятностей Стьюдента.

При изучении главы 6 особое внимание должно быть уделено параграфам 6.5 и 6.6. Важно убедиться в важности синергетических величин, введенных в книге, и правомерности способов их определения. Окончательно в важности этих величин убедитесь, ознакомившись с материалами Приложения 2 книги. Вообще, советую всем начать изучение настоящей книги именно с ознакомления последнего приложения.

Основательно разобравшись с материалами глав 5 и 6 и ознакомившись с Приложением 2 книги, вы убедитесь в правомерности способов определения ряда важнейших синергетических величин; вам также станут ясными смысл и мощь этих величин. И тогда еще более отчетливо прояснятся смысл и правомерность утверждений глав 1–4, которые при первом прочтении, возможно, были вам не очень понятны.

Вы также убедитесь в мощи компьютерной программы «Оптимизатор ресурсов — 4», работа которой в Приложение 2 книги иллюстрируется на конкретных примерах.

Алексей Кулапин, магистр физики
14.11.2022

Для заметок

Научное издание

Хускивадзе Амиран Пименович

Синергетическая теория целостности

Монография

Компьютерная верстка: Елена Семенова

Издательство «Знание-М»

Подписано в печать 11.09.2024. Формат 60х84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура «Times». Печать цифровая.
Усл. печ. л. 16,74. Заказ № 8684. Тираж 100 экз.
Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии
«Дизайн-бюро Школы креативных индустрий»
Северо-Кавказского федерального университета
355038, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2

Издано в научных и учебных целях.