

Новиков Д.А.,

д.т.н., проф., член-корреспондент РАН,
заместитель директора Института проблем
управления РАН по научной работе

УДК: 007

JEL classification: B40

ЗАКОНЫ, ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация

Рассматривается система общих законов, закономерностей и принципов управления, вводится их систематизация.

Ключевые слова:

*Управление, кибернетика,
закон, закономерность,
принцип управления.*

Dmitry A. Novikov,

doctor of technical Sciences, Professor, correspondent member
of RAS, Deputy Director of the Institute of problems of control of
RAS on scientific work

LAWS, REGULARITIES AND PRINCIPLES OF CONTROL

Abstract

A system of general laws, regularities and principles of control is described, its systematization is introduced.

Keywords:

*Control, cybernetics, law,
regularity, principle of control.*

1. Законы, закономерности и принципы

Принцип, в соответствии с [21]:

1. Основное, исходное положение какой-либо теории, учения; руководящая идея, основное правило деятельности.

2. Внутреннее убеждение, взгляд на вещи, определяющие нормы поведения.

3. Основа устройства, действия какого-либо механизма, прибора, установки.

Будем использовать термин «принцип» в первом его значении, понимая под принципами управления основные положения и правила; или в третьем значении – как принцип (основу устройства) системы.

Закономерность – устойчиво действующие причинно-следственные связи явлений и процессов.

Закон – необходимое, существенное, устойчивое, повторяющееся отношение между явлениями.

Закономерности (в отличие от законов) не носят обязательного характера, принципы же можно трактовать как или жесткие императивы, или как желательные свойства.

Существует иерархия законов и принципов (рис. 1): наиболее общими являются философские законы; более «частными» – логические и другие общенаучные законы и принципы (в т.ч. познания о практической деятельности [19, 20]); далее следуют законы, закономерности и принципы конкретных наук (с одной стороны, теория управления как наука имеет свои законы и принципы, с другой стороны, она использует законы и принципы других наук, относящиеся к объекту управления).

Возникает закономерный вопрос, какие существуют общие законы управления? Общепризнанный ответ на этот вопрос сегодня не известен.

Во-первых, дело в том, что следует разделять два устоявшихся значения термина «закон управления».

Первое (общее) значение приведено выше. Второе (узкое) значение: закон управления – зависимость (или класс зависимостей) управляющих воздействий от информации о состоянии управляемой системы и целей управления. Такого рода законов известно множество – пропорциональный, пропорционально-интегральный или управление по отклонению, управление по возмущению и др. законы управления. Но нас интересует первое – общее – значение этого термина.

Во-вторых, казалось бы, многие закономерности, известные в науке об управлении, не являются законами управления в общем смысле этого термина. Так, например, такой распространенный в управлении «закон», как закон обратной связи, не является универсальным – существует программное управление и другие виды управлений, не использующие непосредственную информацию о текущих состояниях управляемой системы. Поэтому его, скорее, следовало бы назвать «принципом обратной связи».

В-третьих, встречающиеся в литературе «законы управления» (наличие цели, обратной связи и т.п.) являются, скорее, не законами¹, а закономерностями или принципами (см. ниже). Приведем наиболее часто встречающиеся из них.

2. Общие законы управления

1) Закон целенаправленности (у любого управления есть цель).

2) Закон необходимого разнообразия (иногда его называют принципом адекватности; сформулирован У. Эшби [35]) – разнообразие² регулятора должно быть адекватно разнообразию объекта³ управления. В [37] разнообразие рассматривалось как сложность, и закон необходимого разнообразия был сформулирован как закон необходимой сложности. Сам Эшби считал, что «всякий закон природы есть ограничение разнообразия» [35, с. 183].

3) Закон эмерджентности (синергии) – основной закон теории систем – часть больше, чем целое (Аристотель); свойства системы не сводятся к «сумме» свойств ее элементов. У. Эшби выражает следующее важное свойство сложной системы: «Чем больше система и чем больше различия в размерах между частью и целым, тем выше вероятность того, что свойства целого могут сильно отличаться от свойств частей».

4) Закон (принцип) внешнего дополнения сформулирован С. Биром (т.н. «третий принцип кибернети-



Рис. 1. Иерархия законов, закономерностей и принципов

¹ Бытует и такое мнение: математика как язык не имеет своих законов (в отличие, например, от естественных наук), так и теория управления как общий язык описания процессов управления не имеет своих законов, пока не конкретизирован класс объектов управления.

² Количественная характеристика системы, равная числу ее возможных состояний или логарифму этого числа.

³ Закон необходимого разнообразия следовало бы уточнить – разнообразие регулятора должно быть адекватно разнообразию ПРЕДМЕТА УПРАВЛЕНИЯ, отражающего целевые аспекты объекта управления. Действительно, если субъектом управления является человек, то сложно представить себе «регулятор» с большим разнообразием.

ИННОВАЦИИ В МЕНЕДЖМЕНТЕ

ки»): любая система управления нуждается в «черном ящике» – определенных резервах, с помощью которых компенсируются неучтенные воздействия внешней и внутренней среды (отметим, что эта идея лежит в основе робастного управления) [8].

5) Закон (принцип) обратной связи (причинно-следственных связей – см. ниже).

6) Закон оптимальности – управление должно быть «наилучшим» с точки зрения достижения цели при имеющихся ограничениях. Как писал Леонард Эйлер: «Бог так устроил Природу, что в ней нет ничего такого, в чём бы не был виден смысл какого-нибудь максимума или минимума». С другой стороны, Ю.Б. Гермейер считал, что, наблюдая некоторое поведение системы, апостериори всегда можно сконструировать функционал, который экстремизируется именно этим поведением [13]. Закон оптимальности не означает, что все без исключения реальные системы оптимальны, то есть обладают максимальной эффективностью; он носит, скорее, нормативный характер для тех, кто проектирует искусственные системы и/или синтезирует законы управления.

Довольно часто к перечисленным общим законам добавляют законы/принципы: причинности, декомпозиции (анализа), агрегирования (синтеза), иерархичности, гомеостаза, последовательности (прежде чем синтезировать управление, рассмотрите проблемы наблюдаемости, идентифицируемости, управляемости (включая устойчивость) и адаптируемости) и др.

Свои наборы законов, закономерностей и принципов кибернетики, управления, развития предлагали многие авторы (например, [28, 41] и обзор в [24]).

Во-первых, многие из приводимых в литературе принципов спорны, поскольку являются примерами неадаптированного необоснованного переноса и/или «обобщения результатов». Например, В. Парето установил эмпирически, что 20 % населения владеют 80 % капиталов [45]. Сейчас «принцип Парето» («принцип 80/20» или «пивной закон»⁴) безо всякого обоснования формулируют как универсальный закон природы:

- 80 % стоимости запасов на складе составляет 20 % номенклатуры этих запасов;
- 80 % прибыли от продаж приносят 20 % покупателей;
- 20 % усилий приносят 80 % результата;
- 80 % проблем обусловлены 20 % причин;
- за 20 % рабочего времени работники выполняют 80 % работы;
- 80 % работы выполняют 20 % работников и т.д.

Или другой пример – «принцип гармоничности», когда из установленных Леонардо да Винчи пропор-

ций (т.н. золотого сечения) и соответствующих свойств последовательности Фибоначчи, делается вывод, что рациональное соотношение всех величин (численностей персонала, зарплат, статей бюджета и др.) должно удовлетворять этой пропорции.

Понятно, что относиться к подобным «принципам» и их апологетам можно только с улыбкой – к науке ни те, ни другие не имеют никакого отношения.

Во-вторых, ни у одного из исследователей (!) нет основания перечисления предлагаемых им принципов или законов, что свидетельствует об их возможной не-универсальности, а также о неполноте перечисления, ее слабой обоснованности, возможной внутренней противоречивости и т.д.

В-третьих, список законов, закономерностей и принципов необходимо наращивать и систематизировать.

В качестве иллюстрации приведем несколько «авторских» наборов принципов/законов управления/функционирования сложных систем.

3. Принципы функционирования сложных систем [42, с. 60–67]

1) Принцип реакции (the principle of reaction) – в качестве реакции на внешнее воздействие в системе усиливаются процессы, направленные на его компенсацию (принцип Ле Шателье – Брауна, заимствованный из физики и химии).

2) Принцип связности (the principle of system cohesion) – форма системы поддерживается балансом, статическим или динамическим, между связывающими и рассеивающими воздействиями. Аналогично поддерживается форма нескольких взаимодействующих систем.

3) Принцип адаптации (the principle of adaptation) – для устойчивого существования системы средний темп ее адаптации должен равняться или превосходить средний темп изменения окружающей среды.

4) Принцип связанного разнообразия (the principle of connected variety) – устойчивость взаимосвязанных систем растет с увеличением разнообразия и степенью связанности этого разнообразия с окружающей средой.

5) Принцип ограниченного разнообразия (the principle of limited variety) – разнообразие во взаимодействующих системах ограничено имеющимся пространством и минимальной степенью дифференциации.

6) Принцип предпочитаемой формы (the principle of preferred pattern) – вероятность того, что взаимодействующие системы окажутся в локально устойчивой

⁴ 20 процентов людей выпивают 80 процентов пива.

конфигурации, растет с увеличением как разнообразия, так и связанности систем.

7) Принцип цикличности прогресса (the principle of cyclic progression) – взаимодействующие системы под влиянием внешнего источника энергии будут стремиться к циклическому прогрессу, в котором периодически генерируется и исчезает разнообразие системы.

В [22] отмечается, что большинство известных принципов и законов функционирования сложных (в первую очередь, биологических) систем носит именно характер закономерностей или гипотез. Для иллюстрации этого утверждения перечислим, согласно [22], принципы функционирования биологических систем⁵.

4. Принципы функционирования биологических систем

1. **Принцип наименьшего действия.** Когда в природе происходит некоторое изменение, количество действия, необходимое для этого изменения, является наименьшим возможным (фактически, совпадает с законом оптимальности, известен и широко используется в физике – конец XVIII-го начало XIX-го вв.).

2. **Закон устойчивого неравновесия** (Э.С. Бауэр, 1935). Все живые и только живые системы никогда не бывают в равновесии и исполняют за счет свободной энергии постоянную работу против равновесия, требуемого законами физики и химии, при соответствующих внешних условиях [6, с. 43] (см. также принцип реакции).

3. **Принцип наипростейшей конструкции** (Н. Рашевский, 1943). Та конкретная структура или конструкция живой системы, которую мы действительно находим в природе, является простейшей из возможных структур или конструкций, способных выполнять данную функцию или структуру функций [46].

4. **Принцип обратной связи** (см. также принцип функциональной системы П.К. Анохина [2]). Здесь же уместно упомянуть принцип опережающего отражения действительности – сложная адаптивная система реагирует не на внешнее воздействие в целом, а по «первому звену много раз повторявшегося последовательного ряда внешних воздействий» [3].

Практические реализации принципа обратной связи имеют очень продолжительную историю – от ряда механизмов в Египте II–III вв. до н.э. (водяные часы Хсибиоса), до, по-видимому, первого использования обратной связи в термостате Корнелиусом Дреббелем (1572–1633), регуляторов И. Ползунова (1765) и Д. Уатта (1781), первой системы программного управления ткацким станком Ж. Жаккара (1804–1808 гг.).

Первые фундаментальные работы по математической теории управления – Д.К. Максвелл [43] и И.А. Вышнеградский [11]⁶. Первое систематическое (в электротехнике оно исследовалось и в 20-е годы XX века) общее рассмотрение обратной связи – П.К. Анохин (1935) [2], затем (1943) – Розенблюм А., Винер Н. и Бигелу Д. [47]; окончательная формулировка – Винер Н. (1948) [10].

5. **Принцип наименьшего взаимодействия** (И.М. Гельфанд, М.Л. Цетлин, 1962 [12]). Нервные центры стремятся достичь такой ситуации, при которой афферентация (от латинского afferentis – «приносящий», то есть информационные и управляющие потоки и сигналы, передаваемые в центральной нервной системе) будет наименьшей. Или, другими словами, система целесообразно работает в некоторой внешней среде, если она стремится минимизировать взаимодействие со средой [33].

6. **Принцип вероятностного функционирования мозга** (А.Б. Коган, 1964 [16, 17]). Каждый из нейронов не имеет самостоятельной функции, то есть априори не является ответственным за решение конкретной задачи, распределение которых происходит достаточно случайным образом.

7. **Принцип иерархической организации**, в частности – обработки информации мозгом (Н.М. Амосов, Н.А. Бернштейн, Г. Уолтер, У.Р. Эшби [1, 7, 31, 36]). Достижение полной цели равноценно достижению совокупности подцелей.

8. **Принцип адекватности** (У.Р. Эшби, 1956 [35], Ю.Г. Антомонов [5] и др.). Сложность управляющей системы (динамика ее изменений) должна быть адекватна сложности (скорости изменения) управляемых процессов. Иными словами, «пропускная способность» регулятора устанавливает абсолютный предел управления, как бы не были велики возможности управляемой системы (см. закон необходимого разнообразия выше).

9. **Принцип вероятностного прогнозирования** при построении действий (Н.А. Бернштейн, 1966) [7]. Мир отражается в форме двух моделей – модель потребного будущего (вероятностное прогнозирование на основе предшествующего накопленного опыта) и модель свершившегося (однозначно отражает наблюдаемую действительность). Такому подходу вполне соответствует следующее определение обучения: «Обучение системы заключается в том, что она в соответствии с прежними успехами и неудачами (опыт) улучшает внутреннюю модель внешнего мира» [34, с. 228].

⁵ Интересно, что подавляющее большинство этих принципов были сформулированы в 40–60-е годы XX века.

⁶ Первый учебный курс «Теория регуляторов прямого действия» был опубликован в России в 1838 г. Д.С. Чижовым.

ИННОВАЦИИ В МЕНЕДЖМЕНТЕ

10. **Принцип отбора нужных степеней свободы** (Н.А. Бернштейн, 1966). В начале обучения задействуется большее число степеней свободы обучаемой системы, чем это необходимо для достижения целей обучения [7]. В процессе обучения число «участвующих» переменных уменьшается – «отключаются» несущественные переменные (ср. с явлениями генерализации и концентрации нервных процессов – И.П. Павлов, А.А. Ухтомский, П.В. Симонов и др.).

11. **Принцип необходимости разрушения детерминизма** (Ферстер Г., Ю.Г. Антомонов [4, 5, 15, 40] и др., 1966). Для достижения качественно нового состояния и повышения уровня организации системы необходимо разрушить (перестроить) существующую, сформированную в предшествующем опыте, детерминированную структуру связей элементов системы.

12. **Принцип необходимого разнообразия** (У.Р. Эшби, 1956). Этот принцип (см. выше) довольно близок по смыслу к принципу адекватности [35].

13. **Принцип естественного отбора** (С.М. Данков, 1953). В системах, ставших эффективными в результате естественного отбора, разнообразие механизмов и пропускная способность каналов передачи информации не будет значительно превышать минимально необходимое для этого значение [39].

14. **Принцип детерминистского представления** (Ю. Козелецкий, 1979 и др.). При моделировании принятия решений индивидуумом допускается, что его представления о действительности не содержат случайных переменных и неопределенных факторов (последствия принимаемых решений зависят от строго определенных правил) [18].

15. **Принцип дополнительной (несовместимости)** (Н. Бор, 1927; Л.А. Заде, 1973). Высокая точность описания некоторой системы несовместима с ее большой сложностью [14]. Иногда этот принцип понимается более упрощенно – реальная сложность системы и точность ее описания при анализе в первом приближении обратно пропорциональны.

16. **Принцип монотонности** («не упускать достигнутого» У.Р. Эшби, 1952). В процессах обучения, самоорганизации, адаптации и т.д. система в среднем не удаляется от уже достигнутого (текущего) положительного результата (положения равновесия, цели обучения и т.д.) [35, 36].

17. **Принцип естественных технологий** биологических систем (А.М. Уголев, 1967 [30]). Принцип блочности – в основе физиологических функций, а также их эволюции лежит комбинирование универсальных функциональных блоков, реализующих различные элементарные функции и операции.

На первый взгляд, приведенные принципы функционирования биосистем можно условно разделить по подходам на естественнонаучные подходы, например, №№ 1, 2, 5, 8, 15, эмпирические подходы, например, №№ 4, 6, 10, 11, 14, 16, 17 и интуитивные подходы, например, №№ 3, 7, 9, 12, 13.

Естественнонаучные подходы («законы») отражают общие закономерности, ограничения и возможности биосистем, накладываемые законами природы. Эмпирические принципы, как правило, формулируются на основе анализа экспериментальных данных, результатов опытов и наблюдений и носят более локальный характер, чем естественнонаучные. Наконец, интуитивные законы и принципы (которые по идее не должны противоречить естественнонаучным и быть согласованными с эмпирическими) носят наименее формальный и универсальный характер, основываясь на интуитивных представлениях и здравом смысле.

На самом деле, при более детальном рассмотрении видно, что все приведенные выше «естественнонаучные» принципы являются, скорее, эмпирическими и/или интуитивными. Например, принцип наименьшего действия, являющийся, казалось бы, классическим физическим законом, формулируется для механических систем (существуют его аналоги в оптике и других разделах физики). Его неадаптированное использование при изучении биологических и других систем, вообще говоря, не совсем корректно и не совсем обоснованно. То есть, утверждение, что биосистемы удовлетворяют принципу наименьшего действия – всего лишь гипотеза, вводимая исследователями и не всегда подкрепленная сегодня корректными обоснованиями.

Таким образом, известные принципы (и законы) функционирования биосистем укладываются в одну из следующих формулировок: закономерность – «если система обладает таким-то (определенным) внутренним устройством, то она ведет себя таким-то (определенным) образом» или: гипотеза – «если система ведет себя таким-то (определенным) образом, то она, скорее всего, обладает такими-то (определенным) внутренним устройством». Добавление – «скорее всего» существенно: первый тип утверждений устанавливает достаточные условия для реализации наблюдаемого поведения и может быть частично или полностью подтвержден экспериментально; утверждения второго типа носят характер гипотез – «необходимых» условий (в большинстве случаев гипотетических и недоказанных и выполняющих объяснительную функцию), накладываемых на структуру и свойства системы, исходя из наблюдаемого ее поведения.

5. Частные законы и принципы

Следует отметить, что в рамках различных разделов теории управления формулируются отдельные законы и принципы, справедливые в рамках соответствующих предположений. Приведем несколько примеров.

В [32] приведен ряд законов кибернетической физики:

- значение любого управляемого инварианта свободной системы можно изменить на произвольную величину при помощи сколь угодно малой обратной связи;
- для управляемой лагранжевой или гамильтоновой системы с малой диссипацией степени ρ уровень энергии, достижимой при помощи управления уровня γ , имеет порядок $(\gamma/\rho)^2$;
- каждая управляемая хаотическая траектория может быть преобразована в периодическую при помощи сколь угодно малого управления.

В [27] приведен ряд принципов теории управления организационными системами:

- принцип декомпозиции игры агентов (или периодов функционирования) – использование управляющим органом (центром) управлений, при которых существует равновесие в доминантных стратегиях игры агентов (соответственно, при которых выбор агентов в текущем периоде не зависит от истории игры);
- принцип доверия (принцип открытого управления [9, 38] – аналогом является Revelation Principle [44]) – агент доверяет информации, сообщенной ему управляющим органом, а центр принимает решения, считая сообщенную агентами информацию истинной;
- принцип достаточной рефлексии – глубина рефлексии агента определяется его информированностью.

Понятно, что приведенные и им подобные законы и принципы, являясь мощными и общими результатами отдельных разделов теории управления, не носят универсального характера, например, неприменимы или ограниченно применимы в «смежных» разделах.

6. Принципы управления

Подробному рассмотрению приводимых ниже, согласно [24], принципов управления⁷ посвящена работа [26], где их изложение иллюстрируется примерами управления образовательными системами.

Принцип 1 (иерархии). Система управления имеет, как правило, иерархическую структуру. Она должна

соответствовать функциональной структуре управляемой системы и не должна противоречить иерархии смежных (по горизонтали и вертикали) систем. Задачи и ресурсы, обеспечивающие деятельность управляемой системы, должны быть декомпозированы в соответствии со структурой последней.

Принцип 2 (унификации). Управляемые и управляющие системы и подсистемы всех уровней должны описываться и рассматриваться в рамках единых принципов (как с точки зрения параметров их моделей, так и с точки зрения критериев эффективности функционирования), не исключая, впрочем, необходимости учета специфики каждой конкретной системы. Большинство реальных управленческих ситуаций может быть сведено к набору так называемых типовых, в которых оптимальны соответствующие типовые решения.

С другой стороны, управление неизбежно порождает специализацию (ограничение разнообразия) как субъектов управления, так и управляемых субъектов.

Принцип 3 (целенаправленности). Любое воздействие системы управления на управляемую систему должно быть целенаправленным.

Принцип 4 (открытости). Функционирование системы управления должно быть открытым для информации, инноваций и т.д.

Принцип 5 (эффективности). Система управления должна реализовывать наиболее эффективные из допустимых управляющих воздействий (см. также принцип экстремизации).

Принцип 6 (ответственности). Система управления несет ответственность за принимаемые решения и за эффективность функционирования управляемой системы.

Принцип 7 (невмешательства). Вмешательство управляющего органа любого уровня происходит в том и только в том случае, когда непосредственно подчиненные ему элементы не обеспечивают (в настоящее время и/или с учетом прогноза) реализации комплекса необходимых функций.

Принцип 8 (общественно-государственного управления, соучастия). Управление социальной системой должно быть нацелено на максимальное вовлечение всех заинтересованных субъектов (общество, органы государственной власти, физические и юридические лица) в совершенствование функционирования управляемой системы и самой системы управления.

Принцип 9 (развития). Одним из управляющих воздействий является изменение самой системы управления (которое, будучи индуцированным изнутри, может

⁷ Конечно, в идеале было бы потребовать, чтобы все принципы выглядели не как требования к системам управления (о чем говорят обороты «должна», «необходимо, чтобы» и т.д.), которые могут выполняться, или не выполняться, а как жесткое требование: если принцип не выполняется, то система неспособна управлять. Но, к сожалению, таких «жестких» принципов (за исключением допустимости управления), пожалуй, не известно.

ИННОВАЦИИ В МЕНЕДЖМЕНТЕ

рассматриваться как саморазвитие). То же касается и развития управляемой системы.

Принцип 10 (полноты и прогнозирования). Предлагаемый набор управляющих воздействий должен в заданном диапазоне внешних условий обеспечивать достижение поставленных целей (требование полноты) оптимальным (и/или допустимым) способом с учетом возможных реакций управляемой системы на те или иные управляющие воздействия в прогнозируемых внешних условиях.

Принцип 11 (регламентации и ресурсного обеспечения управленческой деятельности). Управленческая деятельность должна быть регламентирована (стандартизована) и соответствовать ограничениям, установленным метасистемой (системой более высокого уровня иерархии). Любое управленческое решение должно быть допустимым, в том числе, с точки зрения обеспеченности требуемыми ресурсами.

Принцип 12 (обратной связи). Для эффективного управления, как правило, необходима информация о состоянии управляемой системы и условиях ее функционирования, причем реализация любого управляющего воздействия и ее последствия должны отслеживаться, контролироваться субъектом управления.

Принцип 13 (адекватности). Система управления (ее структура, сложность, функции и т.д.) должна быть адекватна структуре (соответственно, сложности, функциям и т.д.) управляемой системы. Задачи, которые стоят перед управляемой системой, должны быть адекватны ее возможностям.

Принцип 14 (оперативности). Данный принцип требует, чтобы при управлении в режиме реального времени информация, необходимая для принятия решений, поступала вовремя, сами управленческие решения принимались и реализовывались оперативно в соответствии с изменениями управляемой системы и внешних условий ее функционирования. Другими словами, характерное время выработки и реализации управленческих решений не должно превышать характерное время изменений управляемой системы (то есть, система управления должна быть адекватна управляемым процессам в смысле скорости их изменений).

Принцип 15 (опережающего отражения) – сложная адаптивная система прогнозирует возможные изменения существенных внешних параметров. Следовательно, при выработке управляющих воздействий необходимо предсказывать и упреждать такие изменения.

Принцип 16 (адаптивности). Если принцип опережающего отражения выражает необходимость прогнозирования состояния управляемой системы и соответ-

ствующих действий управляющего органа, то принцип адаптивности утверждает, что, во-первых, при принятии управленческих решений необходимо учитывать имеющуюся информацию об истории функционирования управляемой системы, а, во-вторых, однажды принятые решения (и даже принципы их принятия) должны периодически (см. принцип оперативности) пересматриваться в соответствии с изменениями состояния управляемой системы и условий ее функционирования.

Принцип 17 (рациональной централизации) утверждает, что в любой сложной многоуровневой системе существует рациональный уровень централизации управления, полномочий, ответственности, информированности, ресурсов и т.д. Рациональная централизация, в том числе, подразумевает адекватную декомпозицию и агрегирование целей, задач, функций, ресурсов и т.д.

В [25] выделены качественно новые (присущие многоуровневым системам, по сравнению с двухуровневыми) эффекты, отражающие влияние на эффективность управления следующих факторов:

- фактор агрегирования, заключающийся в агрегировании (т.е. «свертывании», «сжатии» и т.д.) информации об элементах системы, подсистемах, окружающей среде и т.д. по мере роста уровня иерархии;
- экономический фактор, заключающийся в изменении финансовых, материальных и др. ресурсов системы при изменении состава участников системы (управляемых субъектов, промежуточных управляющих органов и т.д.), обладающих собственными интересами;
- фактор неопределенности, заключающийся в изменении информированности участников системы о существенных внутренних и внешних параметрах функционирования;
- организационный фактор, заключающийся в изменении отношения власти, то есть, возможности одних участников системы устанавливать «правила игры» для других участников;
- информационный фактор, заключающийся в изменении информационной нагрузки на участников системы.

«Фактически всякая сложная система, как возникающая естественно, так и созданная человеком, может считаться организованной, только если она основана на некой иерархии или переплетении нескольких иерархий. Во всяком случае, до сих пор мы не знаем организованных систем, устроенных иначе» [29, с. 39].

Принцип 18 (демократического управления). Иногда его называют принципом анонимности. Этот принцип, имеющий ограниченную применимость, за-

ключается в обеспечении равных условий и возможностей для всех участников управляемой социальной системы без какой-либо их априорной дискриминации в получении информационных, материальных, финансовых и других ресурсов.

Принцип 19 (согласованности). Это принцип отражает требование того, что управляющие воздействия в рамках существующих институциональных ограничений должны быть максимально согласованы с интересами и предпочтениями управляемых субъектов.

Принцип 20 (этичности, гуманизма) – при принятии управленческих решений учет существующих в обществе, организации и т.д. этических норм имеет приоритет перед другими критериями.

Отметим, что перечисленные принципы управления в большинстве своем универсальны для систем любой природы (исключение составляют, пожалуй, принципы

соучастия, демократического управления, анонимности и согласованности, которые вряд ли имеют смысл при управлении техническими системами).

7. Заключение

Возможными основаниями систематизации принципов управления, перечисленных в шестом разделе, являются, во-первых, взаимосвязь управляющей системы с управляемой системой и внешней средой (см. рис. 2). Во-вторых, временное основание (прошлое, настоящее, будущее) – см. рис. 3.

Два перечисленных основания систематизации не являются исчерпывающими. Более того, список общих законов и принципов управления далеко не канонизирован, и его пополнение и систематизация – одна из основных задач современных кибернетики [23] и теории управления.

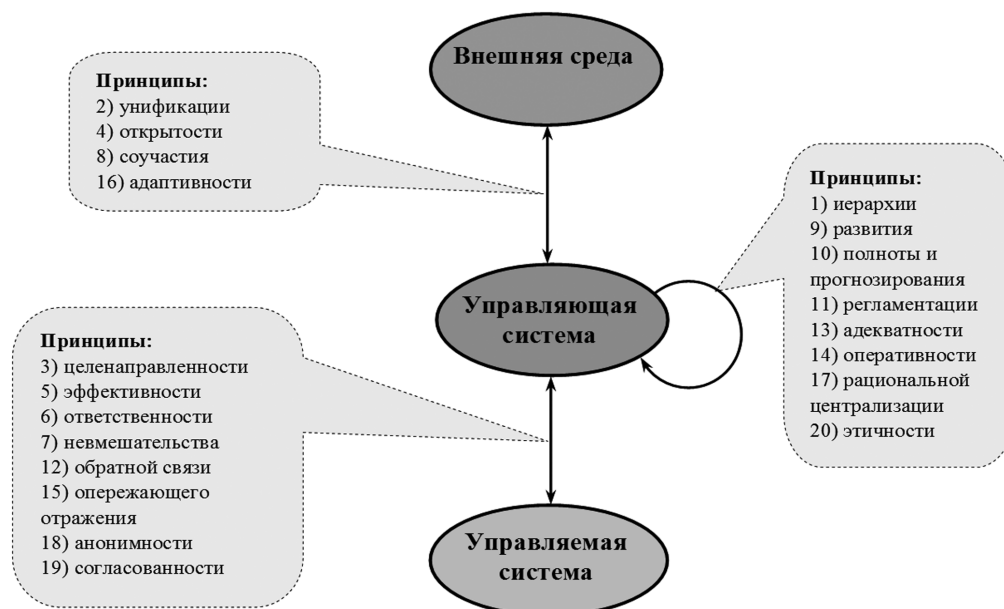


Рис. 2. Систематизация принципов управления по взаимосвязям управляющей системы с управляемой системой и внешней средой

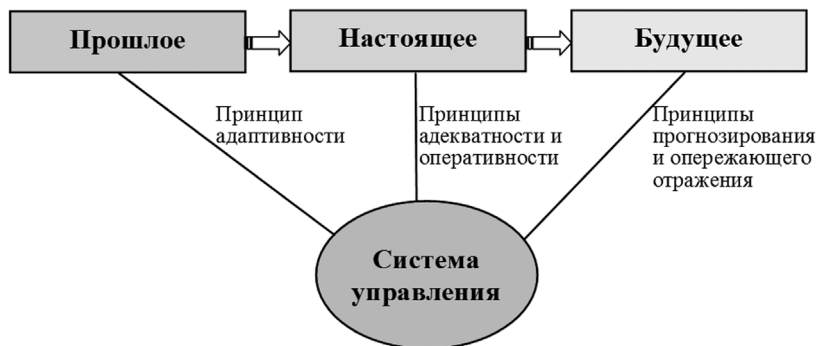


Рис. 3. Систематизация принципов управления по временному основанию

ИННОВАЦИИ В МЕНЕДЖМЕНТЕ

Литература:

1. Амосов Н.М. Моделирование сложных систем. – Киев: Наукова думка, 1968. – 81 с.
2. Анохин П.К. Проблема центра и периферии в современной физиологии нервной деятельности / В кн.: Проблема центра и периферии в нервной деятельности. – Горький, 1935. с. 9–70.
3. Анохин П.К. Опережающее отражение действительности // Вопросы философии. 1962. № 7. с. 97–112.
4. Антомонов Ю.Г., Харламов В.И. Кибернетика и жизнь. – М.: Сов. Россия, 1968. – 327 с.
5. Антомонов Ю.Г. Моделирование биологических систем. Справочник. – Киев: Наукова думка, 1977. – 259 с.
6. Бауэр Э.С. Теоретическая биология. – М.-Л.: Изд-во ВИЭМ, 1935. – 206 с.
7. Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. – М.: Медицина, 1966. – 347 с.
8. Бир С. Кибернетика и управление производством. – М.: Наука, 1965. – 391 с. / Beer S. Cybernetics and Management. – London: The English University Press, 1959. – 214 p.
9. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. – М.: Наука, 1977. – 255 с.
10. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. – М.: Наука, 1983. – 338 с. / Wiener N. Cybernetics: or the Control and Communication in the Animal and the Machine. – Cambridge: The Technology, 1948. – 194 p.
11. Вышнеградский И.А. О регуляторах прямого действия // Известия СПб практического технологического института. 1877. Том 1. с. 21–62.
12. Гельфанд И.М., Гурфинкель В.С., Цетлин М.Л. О тактиках управления сложными системами в связи с физиологией / Биологические аспекты кибернетики. – М.: Издательство АН СССР, 1962. с. 66–73.
13. Гермейер Ю.Б. Игры с непротивоположными интересами. – М.: Наука, 1976. – 327 с. / Germeier Yu. Non-Antagonistic Games, 1976. – Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1986. – 331 p.
14. Заде Л. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений / Математика сегодня. – М.: «Знание», 1974. с. 5–49. / Zadeh L., Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes / IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. 1973. Vol. SMC-3. No. 1. p. 28–44.
15. Исследования по общей теории систем / Сб. переводов. – М.: Прогресс, 1969. – 520 с. (General Systems, 1962).
16. Коган А.Б. Вероятностно-статистический принцип нейронной организации функциональных систем мозга // ДАН СССР. 1964. Том. 154. № 5. с. 1231–1245.
17. Коган А.Б., Наумов Н.П., Режабек В.Г., Чораян О.Г. Биологическая кибернетика. – М.: Высшая школа, 1972. – 384 с.
18. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений. – М.: Прогресс, 1979. – 504 с. / Kozielski J. Psychological Decision Theory. – London: Springer, 1982. – 424 p.
19. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. – М.: Синтег, 2007. – 668 с.
20. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования. – М.: Либроком, 2010. – 280 с. / Novikov A., Novikov D. Research Methodology: From Philosophy of Science to Research Design. – Amsterdam, CRC Press, 2013. – 130 p.
21. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология: словарь системы основных понятий. – М.: Либроком, 2013. – 208 с.
22. Новиков Д.А. Закономерности итеративного научения. – М.: Институт проблем управления РАН, 1998. – 98 с.
23. Новиков Д.А. Кибернетика: Навигатор. История кибернетики, современное состояние, перспективы развития. – М.: ЛЕНАНД, 2016. – 160 с.
24. Новиков Д.А. Методология управления. – М.: Либроком, 2011. – 128 с. / Novikov D. Control Methodology. – New York: Nova Science Publishers, 2013. – 76 p.
25. Новиков Д.А. Механизмы функционирования многоуровневых организационных систем. – М.: Фонд «Проблемы управления», 1999. – 150 с.
26. Новиков Д.А. Теория управления образовательными системами. – М.: Народное образование, 2009. – 452 с.
27. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. 3-е изд. – Физматлит, 2012. – 604 с. / Novikov D. Theory of Control in Organizations. – New York: Nova Science Publishers, 2013. – 341 p.
28. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности. – М.: СИНТЕГ, 2000. – 528 с.
29. Турчин В.Ф. Феномен науки: Кибернетический подход к эволюции. – М.: Наука, 1993. – 296 с. / Turchin V. The Phenomenon of Science. – New York: Columbia University Press, 1977. – 348 p.
30. Уголев А.М. Естественные технологии живых систем. – Л.: Наука, 1987. – 317 с.
31. Уолтер Г. Живой мозг. – М.: Мир, 1970. – 300 с. / Walter G. The Living Brain. – London: Pelican Books, 1963. – 255 p.
32. Фрадков А.Л. Кибернетическая физика. – СПб.: Наука, 2004. – 208 с. / Fradkov A. Cybernetical Physics: From Control of Chaos to Quantum Control (Understanding Complex Systems). – Berlin: Springer, 2006. – 236 p.
33. Цетлин М.Л. Исследования по теории автоматов и моделированию биологических систем. – М.: Наука, 1969. – 316 с.
34. Штейнбух К. Автомат и человек. – М.: Сов. радио, 1967. – 494 с. / Steinbuch K. Automat und Mensch. Kybernetische Tatsachen und Hypothesen. – Berlin: Springer-Verlag, 1963. – 392 p.
35. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. – М.: Мир, 1966. – 432 с. / Ashby W. An Introduction to Cybernetics. – London: Chapman and Hall, 1956. – 295 p.

36. Эшби У.Р. Конструкция мозга. – М.: ИЛ, 1962. – 399 с. / Ashby W. Design for a Brain: The Origin of Adaptive Behavior. – New York: John Wiley & Sons, 1952. – 298 p.
37. Bar-Yam Y. Multiscale Variety in Complex Systems // Complexity. 2004. Vol. 9. No 4. p. 37–45.
38. Burkov V. Lerner A., Fairplay in Control of Active Systems / Differential Games and Related Topics. Amsterdam, London: North-Holland Publishing Company, 1971. p. 164–168.
39. Dancoff S. Quastler H., The Information Content and Error Rate of Living Things / Essays on the Use of Information Theory in Biology. – Illinois: University of Illinois Press, 1953. p. 263–274.
40. Foerster H. Understanding Understanding: Essays on Cybernetics and Cognition, New York: Springer-Verlag, 2003. – 362 p.
41. Heylighen F. Principles of Systems and Cybernetics: an Evolutionary Perspective / Cybernetics and Systems'92. – Singapore: World Science, 1992. p. 3–10.
42. Hitchens D. Putting Systems to Work. – New York: Wiley, 1993. – 342 p.
43. Maxwell J.C. On Governors // Proceedings of the Royal Society of London. 1868. Vol. 16. p. 270–283.
44. Myerson R. Game Theory: Analysis of Conflict. – London: Harvard Univ. Press, 1991. – 568 p.
45. Pareto V. Cours d'Economie Politique. Vol. 2. 1897. – 420 p.
46. Rashevsky N. Outline of a New Mathematical Approach to General Biology // Bulletin of Mathematical Biophysics. 1943. Vol. 5. P. 33–47, 49–64, 69–73.
47. Rosenblueth A. Wiener N., Bigelow J., Behavior, Purpose and Teleology // Philosophy of Science. 1943. No 10. P. 18–24.

References:

1. Amosov N.M. Modelirovanie slozhnyh sistem. – Kiev: Naukova dumka, 1968. – 81 s.
2. Anohin P.K. Problema centra i periferii v sovremennoj fiziologii nervnoj deyatel'nosti / V kn.: Problema centra i periferii v nervnoj deyatel'nosti. – Gor'kij, 1935. s. 9–70.
3. Anohin P.K. Operezhayushchee otrazhenie dejstvitel'nosti // Voprosy filosofii. 1962. № 7. s. 97–112.
4. Antomonov YU.G., Harlamov V.I. Kibernetika i zhizn'. – M.: Sov. Rossiya, 1968. – 327 s.
5. Antomonov YU.G. Modelirovanie biologicheskikh sistem. Spravochnik. – Kiev: Naukova dumka, 1977. – 259 s.
6. Bauehr EH.S. Teoreticheskaya biologiya. – M.-L.: Izd-vo VIEHM, 1935. – 206 s.
7. Bernshtejn N.A. Ocherki po fiziologii dvizhenij i fiziologii aktivnosti. – M.: Medicina, 1966. – 347 s.
8. Bir S. Kibernetika i upravlenie proizvodstvom. – M.: Nauka, 1965. – 391 s. / Beer S. Cybernetics and Management. – London: The English University Press, 1959. – 214 p.
9. Burkov V.N. Osnovy matematicheskoy teorii aktivnyh sistem. – M.: Nauka, 1977. – 255 s.
10. Viner N. Kibernetika ili upravlenie i svyaz' v zhivotnom i mashine. – M.: Nauka, 1983. – 338 s. / Wiener N. Cybernetics: or the Control and Communication in the Animal and the Machine. – Cambridge: The Technology, 1948. – 194 p.
11. Vyshnegradskij I.A. O regulyatorah pryamogo dejstviya // Izvestiya SPb prakticheskogo tekhnologicheskogo instituta. 1877. Tom 1. s. 21–62.
12. Gelfand I.M., Gurfinkel' V.S., Cetlin M.L. O taktikah upravleniya slozhnymi sistemami v svyazi s fiziologiej / Biologicheskie aspekty kibernetiki. – M.: Izdatel'stvo AN SSSR, 1962. s. 66–73.
13. Germejer YU.B. Iгры s neprotivopolozhnyimi interesami. – M.: Nauka, 1976. – 327 s. / Germeier Yu. Non-Antagonistic Games, 1976. – Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1986. – 331 p.
14. Zade L. Osnovy novogo podhoda k analizu slozhnyh sistem i processov prinyatiya reshenij / Matematika segodnya. – M.: «Znanie», 1974. s. 5–49. / Zadeh L., Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes / IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. 1973. Vol. SMC-3. No. 1. r. 28–44.
15. Issledovaniya po obshchej teorii sistem / Sb. perevodov. – M.: Progress, 1969. – 520 s. (General Systems, 1962).
16. Kogan A.B. Veroyatnostno-statisticheskij princip nejronnoj organizacii funkcional'nyh sistem mozga // DAN SSSR. 1964. Tom. 154. № 5. s. 1231–1245.
17. Kogan A.B., Naumov N.P., Rezhabek V.G., Chorayan O.G. Biologicheskaya kibernetika. – M.: Vysshaya shkola, 1972. – 384 s.
18. Kozeleckij YU. Psihologicheskaya teoriya reshenij. – M.: Progress, 1979. – 504 s. / Kozelecki J. Psychological Decision Theory. – London: Springer, 1982. – 424 p.
19. Novikov A.M., Novikov D.A. Metodologiya. – M.: Sinteg, 2007. – 668 s.
20. Novikov A.M., Novikov D.A. Metodologiya nauchnogo issledovaniya. – M.: Librokom, 2010. – 280 s. / Novikov A., Novikov D. Research Methodology: From Philosophy of Science to Research Design. – Amsterdam, CRC Press, 2013. – 130 p.
21. Novikov A.M., Novikov D.A. Metodologiya: slovar' sistemy osnovnyh ponyatij. – M.: Librokom, 2013. – 208 s.
22. Novikov D.A. Zakonomernosti iterativnogo naucheniya. – M.: Institut problem upravleniya RAN, 1998. – 98 s.
23. Novikov D.A. Kibernetika: Navigator. Istoriya kibernetiki, sovremennoe sostoyanie, perspektivy razvitiya. – M.: LENAND, 2016. – 160 s.
24. Novikov D.A. Metodologiya upravleniya. – M.: Librokom, 2011. – 128 s. / Novikov D. Control Methodology. – New York: Nova Science Publishers, 2013. – 76 p.