



**ИПУ РАН**



**МФТИ**

# **КИБЕРНЕТИКА:**

## **ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ**

### **Часть 5. Законы, закономерности и принципы управления**

**Д.А. Новиков**  
**(Институт проблем управления РАН)**  
**dan@ipu.ru**

# КИБЕРНЕТИКА: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

## ПЛАН

1. История кибернетики
2. Состав и структура кибернетики
3. Успехи кибернетики и «разочарование» в ней
4. Философия и методология управления (\*)
5. **Законы, закономерности и принципы управления**
6. Общая теория систем, системный анализ, системная инженерия
7. Тренды и прогнозы (\*\*, \*\*\*, \*\*\*\*)
8. Перспективы кибернетики: «кибернетика 2.0»

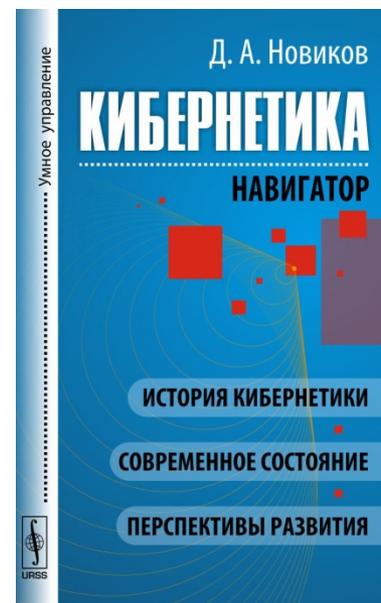
Комплементарные видеолекции ([mipt.ipu.ru](http://mipt.ipu.ru)):

\* «Методология управления»

\*\* «Управление системами междисциплинарной природы (части 1 и 2)»

\*\*\* Стратегическое поведение: «Рефлексия и управление»  
+ «Теория рефлексивных игр»

\*\*\*\* «Большие данные и большое управление»



# ЗАКОНЫ, ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ

## Принцип:

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.

**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.



# ОБЩИЕ ЗАКОНЫ УПРАВЛЕНИЯ

- 1) **Закон целенаправленности** (у любого управления есть *цель*);
- 2) **Закон необходимого разнообразия** (иногда его называют *принципом адекватности, сложности*); сформулирован У. Эшби.
- 3) **Закон эмерджентности** (синергии) – основной закон теории систем – часть больше, чем целое (Аристотель); свойства системы не сводятся к «сумме» свойств ее элементов.
- 4) **Закон (принцип) внешнего дополнения** сформулирован С. Биром (т.н. «третий принцип кибернетики»): любая система управления нуждается в «черном ящике» – определенных резервах, с помощью которых компенсируются неучтенные воздействия внешней и внутренней среды.
- 5) **Закон (принцип) обратной связи.**
- 6) **Закон оптимальности** – управление должно быть «наилучшим» с точки зрения достижения цели при имеющихся ограничениях.

Достаточно часто к перечисленным добавляют **принципы**:

- причинности,
- наименьших,
- декомпозиции (анализа),
- агрегирования (синтеза),
- иерархичности,
- гомеостаза,
- последовательности и др.

# ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ. I

- 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 18-го начало 19-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 (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.
- 4. Принцип обратной связи** (см. также принцип функциональной системы П.К. Анохина). 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».
- 5. Принцип наименьшего взаимодействия** (И.М. Гельфанд, М.Л. Цетлин, 1962). Нервные центры стремятся достичь такой ситуации, при которой афферентация будет наименьшей. Или, другими словами, система целесообразно работает в некоторой внешней среде, если она стремится минимизировать взаимодействие со средой.
- 6. Принцип вероятностного функционирования мозга** (А.Б. Коган, 1964). Каждый из нейронов не имеет самостоятельной функции, то есть априори не является ответственным за решение конкретной задачи, распределение которых происходит достаточно случайным образом.

# ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ. II

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

**8. Принцип адекватности** (У.Р. Эшби, 1956, Ю.Г. Антомонов 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). Мир отражается в форме двух моделей – модель потребного будущего (вероятностное прогнозирование на основе предшествующего накопленного опыта) и модель свершившегося (однозначно отражает наблюдаемую действительность).

**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.

**11. Принцип необходимости разрушения детерминизма** (Г. Ферстер, Ю.Г. Антомонов 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) достаточно близок по смыслу к принципу адекватности.

# ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ. III

**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.

**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).

**15. Принцип дополтельности (несовместимости)** (Н. Бор, 1927; Л.А. Заде, 1973). Высокая точность описания некоторой системы несовместима с ее большой сложностью. 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.).

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

# ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ. I

**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 исключающих, 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.

## ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ. II

**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 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.

## ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ. III

**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.

## ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ. IV

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

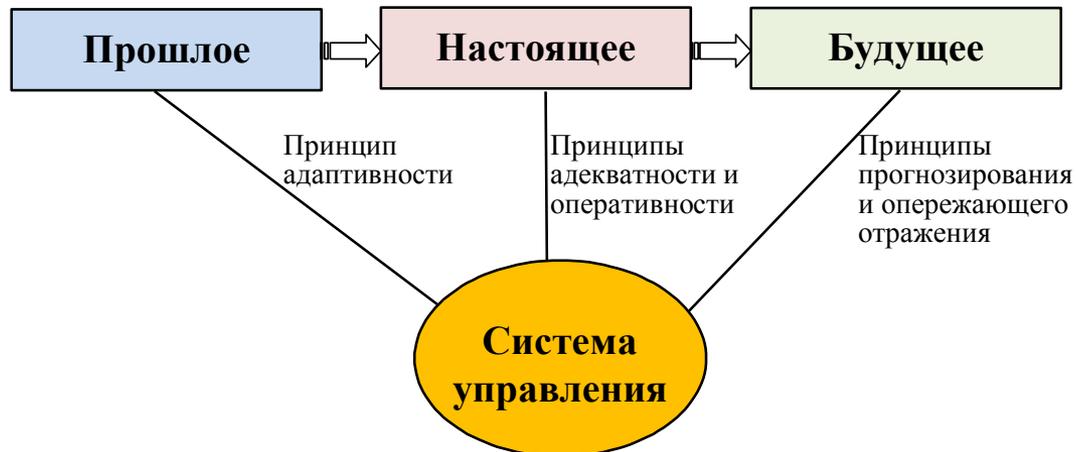
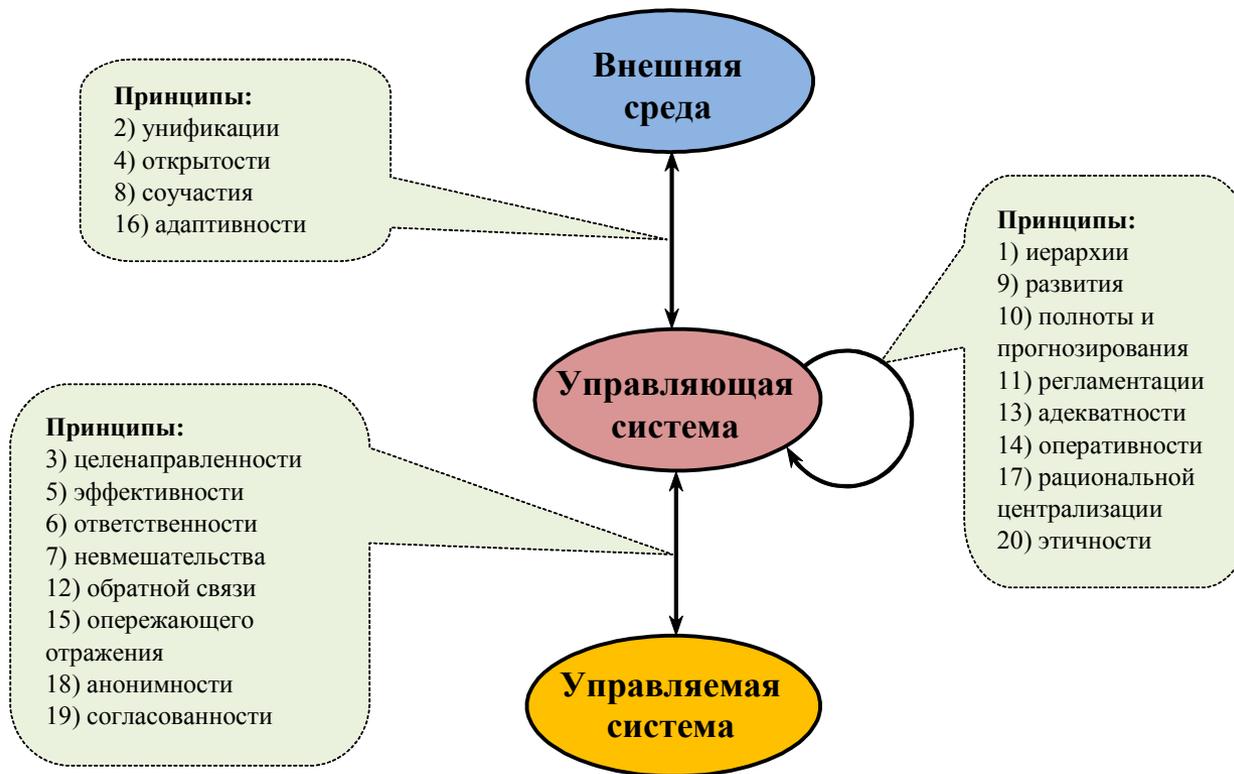
**Принцип 17** (*рациональной централизации*) утверждает, что в любой сложной многоуровневой системе существует рациональный уровень централизации управления, полномочий, ответственности, информированности, ресурсов и т.д. Рациональная централизация, в том числе, подразумевает адекватную декомпозицию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

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

# КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИНЦИПОВ УПРАВЛЕНИЯ



# КИБЕРНЕТИКА: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

[WWW.MTAS.RU](http://WWW.MTAS.RU)

Проект «Умное управление»

«Золотая библиотечка управленца»

Библиотечка «Кибернетика»



ИПУ РАН

