

DOI:

## ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПРИНЦИПЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Новиков Д.А.

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,*

*Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная д.65*

*novikov@ipu.ru*

*Аннотация: Рассмотрены общие «гносеологические» принципы теории управления организационно-техническими системами (ОТС). Эти принципы – рациональности, согласования и декомпозиции - отражают специфику ОТС как объектов управления, имеющих сложную структуру (логическую, причинно-следственную, процессную и др.), требующих согласования жизненных циклов своих элементов и включающих субъектов, осуществляющих активное поведение.*

Ключевые слова: научные законы и принципы, теория управления, организационно-технические системы.

### Введение

Работа посвящена выделению и систематизации общих исследовательских принципов теории управления организационно-техническими системами, на сегодняшний день включающей, в т.ч., такие направления теории управления, как теория активных систем (ТАС) [3, 4] и теория управления организационными системами (ТУОС) [5, 10].

### 1 Общие исследовательские принципы ТУОС

Рассмотрим иерархию научных законов<sup>1</sup> и принципов<sup>2</sup> [9]: наиболее общими являются философские законы; более «частными» являются логические и другие общенаучные законы и принципы; далее следуют законы, закономерности и принципы конкретных наук.

Можно выделить два класса принципов - принципы, описывающие устройство и функционирование тех или иных классов систем («объектные» принципы являются результатом научных исследований этих естественных или искусственных систем), и внутренние (условно говоря, гносеологические) исследовательские принципы, используемые в рамках соответствующей науки (основные ее положения, парадигмы, исследовательские подходы, общие методы исследования и т.п. [8]).

Теория управления как наука, с одной стороны, имеет свои исследовательские законы и принципы [12], с другой стороны, она использует законы и принципы других наук, относящиеся к соответствующей управляемой системе, т.е. «объектные» принципы, отражающие устройство и функционирование соответствующих объектов управления.

Применительно к организационно-техническим системам (ОТС) «объектные» законы и принципы включают общие законы управления и принципы функционирования сложных систем [12, 16], а также принципы организационного управления, к которым могут быть с соответствующей адаптацией добавлены принципы функционирования живых систем и социальных систем [9]. Сюда же следует отнести все знания (в обобщенном виде – законов, закономерностей и принципов), имеющиеся относительно предмета управления в ОТС – человеке и/или технической системе, управляемой человеком (соответствующие знания могут быть почерпнуты из смежных наук, изучающих, во-первых, предмет управления – например, механики; во-вторых – наук, исследующих закономерности создания искусственных систем – общей теории систем и системотехники [13, 17, 23]).

Рассмотрим общие «гносеологические» принципы теории управления организационными системами (ТУОС), предметом которой является управление ОТС. Эти принципы (см. Рис. 1) – рациональности, согласования и декомпозиции - отражают специфику ОТС как объектов управления, имеющих сложную структуру (логическую, причинно-следственную, процессную и др. [1]), требующих согласования жизненных циклов (ЖЦ) своих элементов (см. [2]) и включающих субъектов, осуществляющих активное поведение (самостоятельное целеполагание, выбор и принятие решений).

---

<sup>1</sup> Закон - необходимое, существенное, устойчивое, повторяющееся отношение между явлениями.

<sup>2</sup> Принцип – основное положение какой-либо теории, науки и т.д.; основная особенность в устройстве чего-либо.

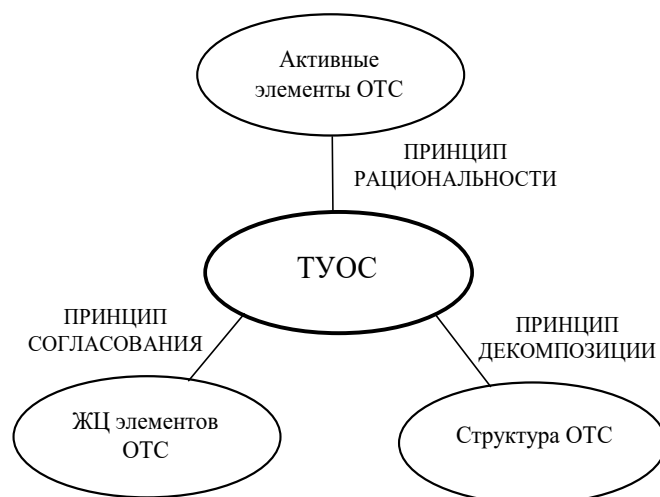


Рис. 1. Логика выделения исследовательских принципов ТУОС

### 1.1 Принцип рациональности

Принцип рациональности заключается в необходимости учета и конструктивного описания активного поведения управляемых и управляющих субъектов ОТС, осуществляемого во взаимодействии с окружающей средой и другими активными элементами ОТС. Этот исследовательский принцип включает ряд более частных гипотез и принципов.

Базовой является гипотеза рационального поведения, заключающаяся в том, что субъект с учетом всей имеющейся у него информации выбирает действия, которые приводят к наиболее предпочтительным для него результатам деятельности [10]. Аппаратом описания такого выбора служат теория принятия решений, теория выбора и др. В случае, когда субъект выбирает не оптимальные (наилучшие из допустимых, максимально эффективные) решения, а рациональные - обладающие эффективностью, не менее заданной, или отличающейся от максимальной не более чем на заданную величину – говорят об ограниченной рациональности, учитывающей в т.ч. время, затрачиваемое на принятие решений, и когнитивные возможности субъекта [18, 22].

Если результаты деятельности субъекта зависят не только от его действий, но и от других факторов, быть может, неопределенных, то при принятии решений он должен устранить неопределенность (различают т.н. природную неопределенность – относительно факторов внешней среды, и игровую неопределенность – относительно поведения других субъектов).

Гипотеза детерминизма заключается в том, что субъект стремится устранить (с учетом всей имеющейся у него информации) существующую неопределенность и принимать решения в условиях полной информированности (другими словами, окончательный критерий, которым руководствуется лицо, принимающее решения, не должен содержать неопределенных параметров) [7].

В случае игровой неопределенности, описываемой аппаратом теории игр [18], используется принцип равновесия, в соответствии с которым выбираемая субъектами комбинация действий эффективна и/или устойчива в том или ином смысле. В иерархических играх равновесные действия управляемых субъектов зависят от действий управляющих субъектов [6]. В рефлексивных играх равновесные действия субъектов зависят и от их взаимной информированности о природной неопределенности и принципах поведения друг друга [11].

Использование принципа рациональности позволяет создать модель управляемых субъектов – описать зависимость их поведения от управляющих параметров. Имея эту модель, можно решать задачу управления – поиска таких допустимых управляющих воздействий, которые обеспечивали бы требуемое с точки зрения управляющего субъекта поведение управляемых им субъектов.

### 1.2 Принцип согласования

Так как и управляющий, и управляемые субъекты являются активными, то, в силу гипотезы рационального поведения, каждый из них будет стремиться достичь наилучшего для себя результата. Но, так как их интересы в общем случае не совпадают, то принцип согласования требует достижения компромисса (с учетом асимметричности ролей субъектов), т.е. согласования интересов [3, 4, 10], а, в общем случае – согласования жизненных циклов всех элементов ОТС (включая состояния, технологии, ресурсы, предпочтения и интересы и др.) [2].

Принцип компенсации гласит, что в случае трансферабельной полезности, субъекту должны быть компенсированы другими субъектами потери в полезности (выигрыше и т.п.), вызванные тем, что он выбирает не наилучшие для себя действия, а действия в интересах этих субъектов [10].

В задачах мотивационного управления принцип согласованного управления гласит, что управляющий субъект может рассчитывать на выбор управляемым субъектом только выгодных (с учетом управления) для последнего действий [3]. Принцип согласованного управления позволяет гарантировать требуемое поведение (в определенном диапазоне) управляемых субъектов (совпадение действий или результатов управляемых субъектов с планами – желательными с точки зрения управляющего субъекта), сводя сложную теоретико-игровую задачу к более простой оптимизационной – задаче согласованного планирования, т.е. выбора управляющим субъектом наиболее выгодных для него согласованных состояний управляемых.

В задачах планирования (принятии управляющим субъектом решений на основе информации, сообщаемой управляемыми субъектами) принцип открытого управления (синоним – принцип честной игры, revelation principle) предписывает управляющему субъекту, в целях обеспечения достоверности получаемой им информации, принимать решения, наиболее выгодные для управляемых субъектов, считая сообщенную ими информацию истинной [3, 15, 20].

В системах с распределенным контролем (при наличии одного управляемого субъекта и нескольких им управляющих) принцип компромисса констатирует, что устойчивым исходом взаимодействия управляющих субъектов является либо Парето-эффективная для них ситуация, либо «монополизация» подчиненного субъекта одним из них [10].

Если принцип согласования позволяет решать задачи управления в ОТС с достаточно простой – базовой – структурой (один управляющий субъект – несколько слабо взаимодействующих управляемых субъектов), то следующий класс исследовательских принципов дает возможность сводить сложные задачи управления ОТС к набору базовых.

### 1.3 Принцип декомпозиции

Принцип декомпозиции предполагает, что управляющее воздействие на отдельного субъекта должно основываться на его наблюдаемых действиях и/или результатах деятельности и обеспечивать ему выгоду выбора требуемых для управляющего субъекта действий независимо от других факторов:

- действий и результатов деятельности других субъектов (принцип декомпозиции игры агентов)[10];
- предыстории (принцип декомпозиции периодов функционирования) [10];
- технологии взаимодействия участников ОТС (принцип декомпозиции технологии);
- многоуровневой структуры организационного подчинения (принцип декомпозиции иерархии).

Конструктивная возможность такой декомпозиции, причем для всех перечисленных факторов одновременно, обоснована в [2].

Таким образом, принцип декомпозиции позволяет сводить задачу управления многоэлементной, многоуровневой, динамической ОТС к набору взаимосвязанных базовых задач.

## Заключение

Совместное применение вышеперечисленных классов (см. Рис. 1 и Табл. 1) исследовательских принципов (рациональности, согласования и декомпозиции) является универсальным инструментом постановки и решения задач управления ОТС с учетом: динамики, множества взаимосвязанных субъектов, многоуровневости, распределенного контроля, неопределенности, технологических ограничений совместной деятельности, сообщения информации и других факторов.

Таблица 1. Исследовательские принципы теории управления ОТС

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ	ЧАСТНЫЕ ГИПОТЕЗЫ И ПРИНЦИПЫ
Принцип рациональности	Гипотеза рационального поведения
	Гипотеза детерминизма
	Принцип равновесия
Принцип согласования	Принцип компенсации
	Принцип согласованного управления
	Принцип открытого управления
	Принцип компромисса
Принцип декомпозиции	Принцип декомпозиции игры агентов

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ	ЧАСТНЫЕ ГИПОТЕЗЫ И ПРИНЦИПЫ
	Принцип декомпозиции периодов функционирования
	Принцип декомпозиции технологии
	Принцип декомпозиции иерархии

Если для решения задач управления в той или иной реальной ОТС приходится использовать другие предположения (т.е. отсутствует возможность непосредственно воспользоваться имеющимися результатами), то построение и исследование адекватных моделей может и должно проводиться в соответствии с общими исследовательскими принципами.

Общий алгоритм действий исследователя, решающего задачи анализа и синтеза систем управления, при этом таков:

1. Описать состав и структуру ОТС (множество управляющих и управляемых субъектов и связей между ними, а также известные свойства предмета управления).
2. Описать множества допустимых действий участников.
3. Описать информированность участников, в т.ч. – о неопределенных параметрах, и порядок функционирования (последовательность получения информации и принятия решений).
4. В рамках принципа рациональности описать процедуры принятия решений участниками, задав их предпочтения (гипотеза рационального поведения) и процедуры устранения неопределенности (гипотеза детерминизма); с учетом взаимодействия друг с другом (принцип равновесия).
5. Для всех допустимых плановых траекторий векторов действий или результатов деятельности управляемых субъектов найти наиболее выгодные для управляющего субъекта его допустимые действия, побуждающие (принцип компенсации) первых выбирать плановые действия или достигать плановые результаты как равновесия их игры (принцип равновесия), независимо от их взаимодействия, динамики и организационной структуры (принцип декомпозиции). Результатом этого шага является множество пар – согласованных планов и «затрат» управляющего субъекта на их реализацию.
6. Решить задачу оптимального согласованного планирования (принцип согласованного управления) – выбрать оптимальные с точки зрения управляющего субъекта (гипотеза рационального поведения) согласованные планы.

## Литература

1. Белов М.В., Новиков Д.А. Методология комплексной деятельности. – М.: Ленанд, 2018. – 320 с.
2. Белов М.В., Новиков Д.А. Управление жизненными циклами организационно-технических систем. – М.: Ленанд, 2020. – 384 с.
3. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. - М.: Наука, 1977. – 255 с.
4. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем. – М.: Наука, 1981. - 384 с.
5. Бурков В.Н. и др. Механизмы управления: Управление организацией: планирование, организация, стимулирование, контроль. Изд. 2-е. - М.: Ленанд, 2013. – 216 с.
6. Гермейер Ю.Б. Игры с противоположными интересами. – М.: Наука, 1976. – 327 с.
7. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений. – М.: Прогресс, 1979. – 504 с.
8. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования. – М.: Либроком. – 280 с.
9. Новиков Д.А. Кибернетика: Навигатор. История кибернетики, современное состояние, перспективы развития. – М.: Ленанд, 2016. – 160 с.
10. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. 3-е изд. – Физматлит, 2012. – 604 с.
11. Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Рефлексия и управление: математические модели. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2013. – 412 с.
12. Теория управления (дополнительные главы). - М.: Ленанд, 2019. – 552 с.
13. Ackoff R. Towards a Systems of Systems Concepts // Management Science. 1971. Vol. 17. No 11. P. 661 – 671.
14. Bolton P., Dewatripont M. Contract Theory. – Cambridge: MIT Press, 2005. – 740 p.
15. 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.
16. Dorf R., Bishop R. Modern Control Systems. 12th ed. – Upper Saddle River: Prentice Hall, 2011. – 1111 p.

17. INCOSE Systems Engineering Handbook Version 3.2.2 – A Guide for Life Cycle Processes and Activities / Ed. by C. Haskins. – San Diego: INCOSE, 2012. – 376 p.
18. *Kahneman D., Slovic P., Tversky A.* Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. – Cambridge: Cambridge University Press, 1982. – 574 p.
19. *Myerson R.* Game Theory: Analysis of Conflict. – London: Harvard Univ. Press, 1991. – 568 p.
20. *Myerson R.* Incentive-compatibility and the Bargaining Problem // *Econometrica*. 1979. Vol. 47. P. 61 – 73.
21. *Salanie B.* The Economics of Contracts. 2nd Edition. – Massachusetts: MIT Press, 2005. – 224 p.
22. *Simon H.* The Sciences of the Artificial. 3rd Edition. – Cambridge: MIT Press, 1969. – 241 p.
23. Systems Engineering Guide. – Bedford: MITRE Corporation, 2014. – 710 p.