

## КИБЕРНЕТИКА 2.0

Д.А. Новиков

Кратко рассмотрена эволюция кибернетики, введен в рассмотрение новый этап ее развития — «кибернетика 2.0» как наука об (общих закономерностях) организации систем и управлении ими. Обоснована актуальность развития нового раздела кибернетики — «теории Организации» (или  $O^3$ ), исследующей организацию как свойство, процесс и систему.

**Ключевые слова:** кибернетика, система, организация, управление.

### ВВЕДЕНИЕ: КИБЕРНЕТИКА Н. ВИНЕРА

Рассмотрим кратко историю кибернетики и опишем, что сегодня входит в «классическую» кибернетику (условно ее можно назвать *кибернетикой 1.0*).

В Древней Греции термин «кибернетика» употреблялся для обозначения искусства государственного деятеля, управляющего городом (например, в «Законах» Платона).

В своей классификации наук А. Ампер (1834) относил кибернетику (как «науку управления вообще») к политическим наукам — в своей книге «Опыт философских наук» кибернетику он определил как науку о текущей политике и практическом управлении государством (обществом) [1, 2].

Б.Ф. Трентовский (1843) определял ее как «искусство управления народом» [3, 4].

А.А. Богданов в своей «Тектологии» (1925) исследовал организационные принципы, общие для всех видов систем [5].

Термин *кибернетика* (от др.-греч. κυβερνητική — «искусство кормчего», κυβερνή — административная единица; объект управления, содержащий людей<sup>1</sup>) в современном, ставшем хрестоматийным, понимании — как «наука об управлении и связи в животном и машине» — впервые был предложен *Норбертом Винером* в 1948 г. (см. его одноименную пионерскую монографию [6]). Далее Винер добавил (1950) к объектам, изучаемым кибернетикой, и

общество [7]. Классиками первых лет развития кибернетики, помимо Н. Винера, являются *Уильям Эшби*<sup>2</sup> [8] (1956) и *Стаффорд Бир* [9] (1959), сделавших акценты, соответственно, на биологических и экономических ее аспектах.

Кибернетика изучает такие концепты, как управление и коммуникация в живых организмах, машинах и организациях, включая самоорганизацию. Она фокусирует внимание на том, как система (цифровая, механическая или биологическая) обрабатывает информацию, реагирует на нее и изменяется или может быть изменена, чтобы лучше выполнять свои функции (в том числе по управлению и коммуникации).

С историей возникновения и развития кибернетики в мире и в СССР (а затем — в России) можно ознакомиться по работам [10—15].

Кибернетика — *междисциплинарная наука*. Она возникла «на стыке» математики, логики, семиотики, физиологии, биологии, социологии. Ей присущ анализ и выявление общих принципов и подходов в процессе научного познания. Наиболее весомыми теориями, условно объединяемыми кибернетикой 1.0, можно считать теорию управления, теорию связи, исследование операций и др. (рис. 1).

Таким образом, кибернетику 1.0 (или просто кибернетику) можно определять как науку об управлении и обработке информации в животном, машине и обществе. Альтернативой служит опре-

<sup>1</sup> От этого корня происходят слова «government», «губернатор», «губерния», «губернер».

<sup>2</sup> У. Эшби, кроме того, принадлежат введение и исследование категорий «разнообразие» и «самоорганизация», а также первое употребление в кибернетике терминов «гомеостат» и «черный ящик».

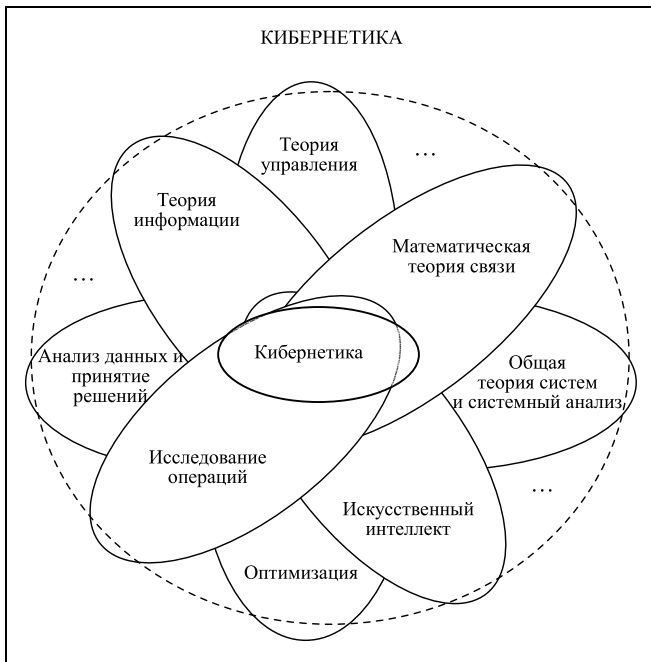


Рис. 1. Состав и структура кибернетики

деление Кибернетики (с большой буквы, чтобы там, где это существенно, отличать ее от кибернетики) как науки об *общих закономерностях* управления и обработки информации в животном, машине и обществе. Различие определений, заключающееся в добавлении во втором случае «общих закономерностей», очень существенно и не раз будет подчеркиваться и использоваться далее. В первом случае речь идет о «зонтичном бренде», т. е. об «объединении» результатов всех наук, занимающихся исследованием проблем управления и обработки информации в животном, машине и обществе, а во втором случае, условно говоря, — о частичном «пересечении» этих результатов<sup>3</sup> (см. также рис. 1), т. е. тех из них, которые являются общими для всех наук-компонентов.

Сегодня к кибернетике относят (перечисление в порядке убывания условной степени принадлежности — см. также рис. 1, у ряда направлений приведен соответствующий «год рождения»):

— теорию управления<sup>4</sup> (1868 — статьи Д. Максвелла и И.А. Вышнеградского [16, 17]);

— математическую теорию связи и информации (1948 — работы К. Шеннона [18]);

<sup>3</sup> Образно говоря — стержне «зонтика».

<sup>4</sup> Науку управления далее иногда будем называть, следуя устоявшейся в ней традиции, теорией управления (осознавая, что название уже предмета).

— общую теорию систем, системотехнику и системный анализ<sup>5</sup> (1968 — книга [19] и, соответственно, 1956 — книга [20]);

— оптимизацию (в том числе линейное и нелинейное программирование, динамическое программирование, оптимальное управление, нечеткую оптимизацию, дискретную оптимизацию, генетические алгоритмы и др.);

— исследование операций (теорию игр и статистических решений и др.);

— искусственный интеллект (1956 — Дартмутский семинар);

— анализ данных и принятие решений;

— робототехнику

и другие (далее последовательность перечисления, охватывающего как чисто математические, так и прикладные науки и научные направления, произвольна), включая системотехнику, распознавание, искусственные нейронные сети и нейрокомпьютеры, эргатические системы, «нечеткие» системы (в том числе rough sets, grey systems), теорию идентификации, теорию алгоритмов, теорию расписаний и массового обслуживания, математическую лингвистику, теорию программирования, синергетику и пр., и пр.

Кибернетика существенно пересекается по своим составляющим со многими другими науками, в первую очередь — с такими метанауками, как общая теория систем, системный анализ и *информатика*<sup>6</sup>.

Классические монографии и учебники по Кибернетике с ее «собственными» результатами очень немногочисленны — см. [6–9, 19, 21–28], а учебники по кибернетике (интересно отметить, что выходили они, преимущественно, в СССР) обычно включают в себя многие из перечисленных направлений (в основном, относящиеся к управлению техническими системами и к информатике) — см. [29–34].

Отметим также, что приставка «кибер-» регулярно порождает новые термины: киберсистема, киберпространство, киберугроза, кибербезопасность и т. д. Если посмотреть еще более широко, то эта приставка охватывает все, связанное с автоматизацией, компьютерами, виртуальной реальностью, Интернетом и др.<sup>7</sup>.

<sup>5</sup> Более подробно речь об истории этих направлений идет в работе [35].

<sup>6</sup> И даже шире — с компьютерными науками (Computer Sciences).

<sup>7</sup> Наверное, это дань отражению слова «кибернетика» в массовом общественном сознании, даже если профессионалы в данной области не вполне согласны с таким (очень широким и упрощенным) употреблением этой приставки.



Наряду с общей кибернетикой выделяют и *специальные кибернетики* [33]. Самым естественным (следующим из расширенного определения Н. Винера) является выделение, помимо *теоретической кибернетики* (т. е. Кибернетики), трех базовых кибернетик: технической, биологической и социально-экономической. Возможно и более полное перечисление (в порядке убывания полноты исследованности; см. ссылки в работе [35]): *техническая кибернетика, биологическая и медицинская кибернетика* (включая эволюционную кибернетику), *экономическая кибернетика, физическая кибернетика* (точнее — *кибернетическая физика* [36, 37]), *социальная кибернетика, педагогическая кибернетика, квантовая кибернетика, космическая кибернетика*.

Отдельно, наверное, стоит выделить такую ветвь биологической кибернетики, как *кибернетические модели мозга*, которая сегодня тесно интегрирована с искусственным интеллектом, нейро- и когнитивными науками. Романтическая идея создать кибернетический (компьютерный) мозг, хотя бы отчасти похожий на естественный, стимулировала как отцов-основателей кибернетики (см. работы У. Эшби [38], Г. Уолтера [39], М. Арбиба [40], Ф. Джоржа [41], К. Штейнбуха [42] и др.), так и их последователей (современный обзор можно найти в работе [43]).

## 1. КИБЕРНЕТИКА КИБЕРНЕТИКИ И ДРУГИЕ «КИБЕРНЕТИКИ»

Помимо классической винеровской кибернетики за последние более чем полвека появились и другие «кибернетики», явно декларирующие как свою связь с первой, так и стремление ее развить.

Наиболее ярким явлением, несомненно, стала *кибернетика второго порядка* (кибернетика кибернетики, Second Order Cybernetics, метакибернетика, новая кибернетика; «порядок» условно говоря, соответствует «рангу рефлексии») — кибернетика кибернетических систем, которая связана, в первую очередь, с именами М. Мид, Г. Бейтсона и Г. Ферстера и делает акцент на роли субъекта/наблюдателя, осуществляющего управление<sup>8</sup> [47—51].

«Биологический» этап кибернетики второго порядка связан с именами У. Матураны и Ф. Варелы [52—54] и введенным ими понятием *аутопоезиса* (самопорождения и саморазвития систем). Как отмечал Ф. Варела: «Кибернетика первого порядка — это кибернетика наблюдаемых систем. Киберне-

тика второго порядка — кибернетика наблюдающих систем». В последней акцент делается на обратной связи между управляемой системой и наблюдателем.

Встречаются термины *кибернетика третьего порядка* (социальный аутопоезис; кибернетика второго порядка, учитывающая авторефлексию), *кибернетика четвертого порядка* (кибернетика третьего порядка, учитывающая ценности исследователя), но эти термины концептуальные и еще не получили устоявшихся значений (см., например, обсуждение в работах [19, 55—61]):

— гомеостатика (Ю.Г. Горский и его научная школа), исследующая процессы управления противоречиями ради поддержания постоянства процессов, функций, траекторий развития и др. [62, 63];

— неокибернетика (Б.В. Соколов, Р.М. Юсупов) — междисциплинарная наука, ориентированная на разработку методологии постановки и решения проблем анализа и синтеза интеллектуальных процессов и систем управления сложными объектами произвольной природы [64, 65];

— неокибернетика (С.М. Крылов) [66];

— новая кибернетика, посткибернетика (Г.С. Теслер) — фундаментальная наука об общих законах и моделях информационного взаимодействия и влияния в процессах и явлениях, протекающих в живой, неживой и искусственной природе [67]. Отметим, что за 20 лет до Г.С. Теслера почти такое же определение К.К. Колин дал информатике [68];

— эвергетика (В.А. Виттих) — ценностно-ориентированная наука о процессах управления в обществе, объектом которой служит ситуация, осознаваемая как проблемная группой неоднородных акторов, имеющих различные точки зрения, интересы и ценностные предпочтения [69].

— субъектно-ориентированное управление в ноосфере — «Hi-Hume Cybernetics» (В.А. Харитонов, А.О. Алексеев), акцентирующее внимание на субъектности и субъективности управления [70].

Можно предложить понятие *кибернетики пятого порядка* [35], как кибернетики четвертого порядка, которая учитывает взаимную рефлексию субъектов управления [46], принимающих согласованные решения, и т. д.

Наблюдаемое разнообразие подходов, каждый из которых явно или неявно претендует на новый мейнстрим развития классической кибернетики, вполне естественно, так как отражает эволюцию науки кибернетики. Со временем часть из подходов разовьется, часть объединится с другими, часть остановится в своем развитии. Естественно, хотелось бы видеть общую картину, интегрирующую и взаимно позиционирующую все перечисленные подходы или большинство из них.

<sup>8</sup> Такой подход был и остается вполне традиционным для теории управления организационными системами (см., например, [44—46]).

## 2. КИБЕРНЕТИКА 2.0

Выше и в работе [35] кратко рассмотрены история кибернетики, ее современное состояние, тренды и перспективы развития ряда составляющих ее наук (в основном — теории управления). А как обстоит дело с перспективами собственно кибернетики? Для этого обратимся к первоисточкам — исходному определению кибернетики как науки об *управлении и связи*.

С управлением все относительно понятно, со связью, на первый взгляд, тоже — в 1940-х гг. появилась (в том числе усилиями самого Н. Винера) математическая теория связи и информации (модели определения количества информации, пропускных способностей каналов связи, затем интенсивно начала развиваться теория кодирования и т. д.).

Но посмотрим на связь немного шире. У Н. Винера и в статье [71], и в исходной книге [6] в явном или неявном виде фигурируют *целесообразность и каузальность (причинно-следственные связи: действительно, для осуществления обратной связи, управление-следствие определяется причиной — состоянием управляемой системы; управляющее воздействие на входе управляемой системы вызвано причиной — состоянием системы управления и т. д.)*. Конечно, важно по каким каналам связи и как именно передается информация, но все это вторично, если речь идет о закономерностях, универсальных для животного, машины и общества.

Еще более широкий взгляд — трактовка связи как *взаимосвязи*<sup>9</sup> — между элементами управляемой системы, между управляющей и управляемой системой и т. д., включая различные виды воздействий и взаимодействий (материальных, информационных и пр.). При этом «взаимосвязь» по отношению к «связи» более является общей категорией.

Взаимосвязям (в общесистемном виде) соответствует категория *организации* (см. определение и обсуждение далее). Поэтому, если сделать простую коррекцию — заменить в винеровском определении кибернетики «связь» на «организацию», то получим современное определение кибернетики: «наука об организации систем и управлении ими», которую назовем условно «*кибернетикой 2.0*».

Заменяя в определении кибернетики «связь» на более емкую категорию «организация», мы тем

<sup>9</sup> В словаре С.И. Ожегова связь определяется как отношение взаимной зависимости, обусловленности, общности между чем-нибудь.

самым несколько дистанцируемся от информатики. Поэтому рассмотрим кратко обоснованность и последствия этого дистанцирования.

**Кибернетика и информатика.** Сегодня и кибернетика, и информатика представляют собой самостоятельные междисциплинарные фундаментальные науки [72, 73]. По образному выражению Б.В. Соколова и Р.М. Юсупова [64], информатика и кибернетика — «сиамские близнецы», однако в природе сиамские близнецы все-таки являются патологией<sup>10</sup>.

Кибернетика и информатика сильно пересекаются (в том числе на уровне общей научной базы — статистической теории информации<sup>11</sup> [73]). Но акценты у них сильно различны. Если фундаментальные идеи кибернетики — это винеровские «управление и связь в животных и машине», то фундаментальные идеи информатики — это формализация (в теории) и компьютеризация (на практике). Соответственно, если базовой математической основой кибернетики служат теория управления и теория информации, то соответствующей основой информатики является теория алгоритмов и формальных систем<sup>12</sup>.

Предмет современной информатики (или даже зонтичного бренда *информационных наук*), охватывающей сегодня и компьютерные, и информационные направления (в зарубежной терминологии — Information Science, Computer Science и Computational Science [74]), — информационные процессы.

Действительно, с одной стороны, обработка информации в широком смысле нужна всюду (!), а не только в управлении и/или в процессе организации. С другой стороны, информационные процессы и соответствующие информационные и коммуникационные технологии уже настолько

<sup>10</sup> Определение кибернетики, например, как «объединения» общих законов информатики и управления породит меганауку, лишённую конкретного содержания и обречённую на вечное нахождение на концептуальном уровне.

<sup>11</sup> Отметим, что математическая (статистическая) теория связи и информации оперирует количественными оценками информации. Существенных продвижений в формулировке методов оценки содержательной (семантической) ценности информации, к сожалению, достигнуто не было, и эта задача продолжает оставаться одним из глобальных вызовов информатике.

<sup>12</sup> Это различие отчасти оправдывает то, что некоторые науки, которые принято относить к информатике (за рубежом — к Computer Sciences), не нашли отражения в настоящей работе: теория формальных языков и грамматик, «настоящий» искусственный интеллект (не искусственные нейронные сети, которые сегодня являются эмпирической инженерной наукой, а инженерия знаний, формализация рассуждений, планирование поведения и т. д.), теория автоматов, теория вычислительной сложности и т. д.



интегрированы в процессы управления<sup>13</sup>, что разделить их почти невозможно, и тесное взаимодействие информатики и кибернетики на частном операциональном уровне будет продолжаться и расширяться.

**Организация и теория Организации.** В соответствии с определением, данным в Философском энциклопедическом словаре, *организация* — это:

1) внутренняя упорядоченность, согласованность взаимодействия более или менее дифференцированных и автономных частей целого, обусловленная его строением;

2) совокупность процессов или действий, ведущих к образованию и совершенствованию взаимосвязей между частями целого;

3) объединение людей, совместно реализующих некоторую программу или цель и действующих на основе определенных процедур и правил.

В настоящей работе мы используем понятие *организация* в первом и во втором его значениях, т. е. как процесс (второе значение) и как результат этого процесса (первое значение) организации. Третье значение (организационная система) — как класс объектов управления — используется в теории управления *организационными системами* [44, 45].

На дескриптивном (феноменологическом) и объяснительном уровне «организация системы» отражает, соответственно, *как и почему именно так* организована система (организация как *свойство*); на нормативном уровне — как она *должна* быть организована (требования к свойству организации) и как ее *следует* организовывать (требования к *процессу* организации).

Научное направление, которое было бы призвано исследовать ответы на поставленные вопросы (его логично называть *теория Организации*<sup>14</sup>, или  $O^3$  (организация как свойство, процесс и система) — по аналогии с  $C^3$  — см. [35]), сегодня почти не развито, хотя понятно, что оно тесно связано и отчасти пересекается с общей теорией систем и системным анализом (которые занимаются, в основном, проблемами дескриптивного уровня, поч-

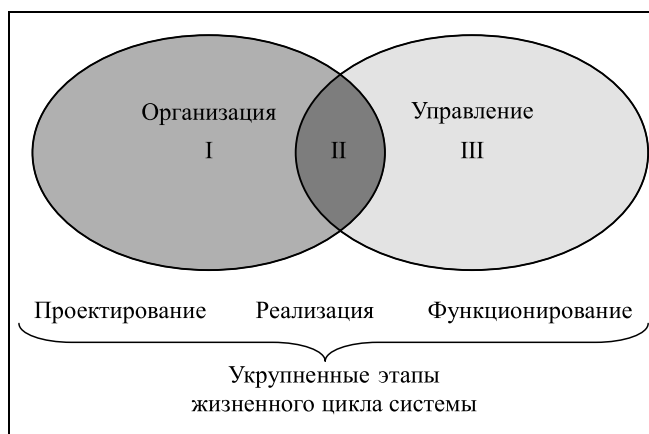


Рис. 2. Организация и управление

ти не обращаясь к нормативному), а также с методологией (как общим учением об организации деятельности [75], в том числе — управленческой деятельности [76]). Создание полноценной теории Организации является актуальной задачей кибернетики!

Рассмотрим, как соотносятся две базовых категории «организация» и «управление», фигурирующие в определении кибернетики 2.0.

*Управление* в Философском энциклопедическом словаре определяется как «элемент, функция организованных систем различной природы: биологических, социальных, технических, обеспечивающая сохранение их определенной структуры, поддержание режима деятельности, реализацию программы, цели деятельности». *Управление* — «воздействие на управляемую систему с целью обеспечения требуемого ее поведения» [45, с. 9], т. е., категории организации и управления пересекаются, но не совпадают. Можно считать, что первое соответствует проектированию, дизайну системы, второе — ее функционированию<sup>15</sup>, а совместно они реализуются на этапах реализации и адаптации системы (рис. 2). Другими словами, организация (стратегический контур) «предшествует» управлению (тактический контур).

Приведем примеры содержания областей I—III, представленных на рис. 2.

I. Дизайн (проектирование, включая состав, структуру и функции) систем — организация, но не управление (хотя в теории управления организационными системами есть управление составом и управление структурой системы).

<sup>15</sup> Условная аналогия: организации соответствует «деизм» (создатель системы не вмешивается в ее функционирование), а управлению — «теизм» (участие создателя системы в текущем ее функционировании).

<sup>13</sup> Н. Винер считал, что процессы управления — это, в первую очередь, информационные процессы — получение, обработка и передача информации.

<sup>14</sup> Отметим, что параллельно существует одноименное научное направление «теория организации», являющееся, условно говоря, и по своему предмету (организационные системы), и по используемым методам разделом менеджмента. К сожалению, многочисленные учебники (а монографий по этому научному направлению почти нет) во введениях содержат краткие общие слова о свойстве и процессе организации, но затем все их содержание посвящено организационным системам — менеджменту организаций.

II. Совместный дизайн системы и объекта управления. Адаптация. Настройка механизмов управления.

III. Функционирование регуляторов в технических системах — управление, но не организация.

Возможно «иерархическое» соотношение организации и управления<sup>16</sup>, так как, с одной стороны, процесс управления требует организации (организация, например, является одним из этапов управленческого цикла А. Файоля и одной из функций организационного управления [44]). С другой стороны, процессом организации (например, жизненным циклом системы), в свою очередь, можно и нужно управлять.

С усложнением создаваемых человечеством систем процессу и свойству организации уделяется, и будет уделяться в дальнейшем, все большее внимание. Действительно, управление стандартными объектами (например, разработка регуляторов для технических и/или производственных систем) становится в большей степени ремеслом, чем наукой, а на первый план выходит стандартизация технологий организации деятельности, управления созданием новых технологий деятельности и т. д., т. е. *инженерия систем деятельности*.

Успешное сочетание (в рамках кибернетики 2.0) организации и управления позволит обоснованно и эффективно отвечать на главный вопрос инженерии систем деятельности о том, как строить системы управления ими («рефлексивный» вопрос, относящийся к кибернетике второго или более высоких порядков) — человечеству необходимо научиться проектировать и реализовывать системы управления сложными системами (высокотехнологичным производством, жизненным циклом продукции, организациями, регионами и т. д.) так же, как уже научились в инженерии эффективно проектировать материальные объекты (технические и подобные им системы).

**Кибернетика 2.0.** Тесная связь кибернетики с общей теорией систем и системным анализом, а также все возрастающая роль технологий позволяют предположить, что кибернетика 2.0 должна включать в себя *кибернетику* (как винеровскую, так и кибернетики более высоких порядков — см. выше), *Кибернетику*, а также *общую теорию сис-*

<sup>16</sup> Вообще, соотношение организации и управления очень нетривиально и требует дальнейшего осмысления. Например, в мультиагентных системах децентрализованное управление, заключающееся в выборе законов и правил взаимодействия автономных агентов, может рассматриваться как организация. Другой пример — Библия как инструмент организации [77] (создание системы норм, которая стала общим знанием и во многом определяла институциональное управление обществом).

*тем и системный анализ* с результатами в следующих формах [35]:

— общие законы, закономерности и принципы, исследуемые в рамках метанаук — *Кибернетика* и *Системный анализ*;

— совокупность результатов наук-компонентов («зонтичные бренды» — *кибернетика* и *системные исследования*, объединяющие соответствующие науки);

— принципы разработки соответствующих технологий.

Ключевые слова для кибернетики 2.0: *управление, организация, система*. Для кибернетики 2.0 можно выделить, как и для кибернетики (см. выше), *концептуальное ядро*, которое по аналогии назovem Кибернетикой 2.0 с большой буквы.

На концептуальном уровне Кибернетику 2.0 составляют (рис. 3): философия управления (включая общие законы, закономерности и принципы управления), методология управления, теория Организации (включая общие законы, закономерности и принципы функционирования сложных систем, а также разработки и выбора общих технологий). *Базовыми науками* для кибернетики 2.0 служат теория управления, общая теория систем и системный анализ, а также системная инженерия.

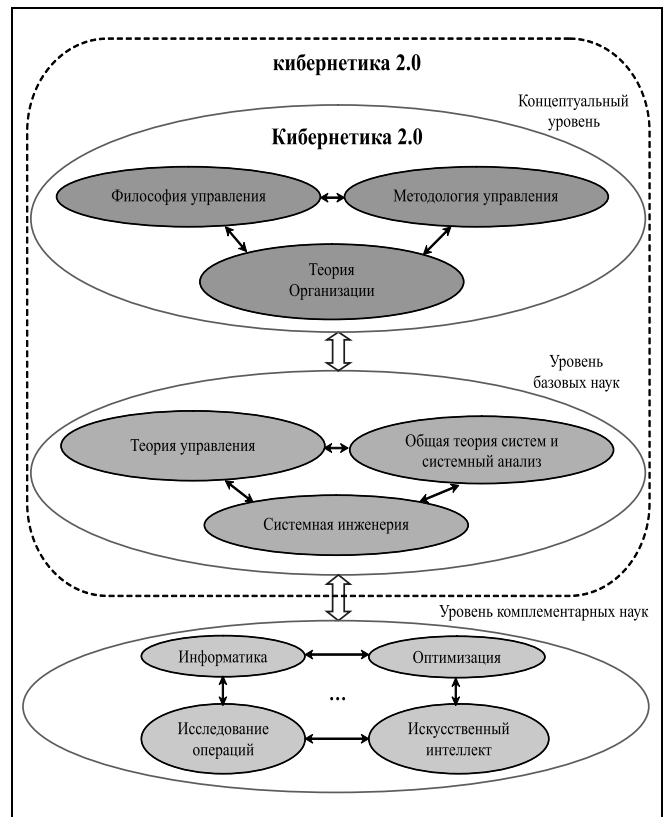


Рис. 3. Состав и структура кибернетики 2.0



Комплементарными науками для кибернетики 2.0 являются информатика, оптимизация, исследование операций и искусственный интеллект (см. рис. 3).

Отметим, что представленная на рис. 3 общая архитектура кибернетики 2.0 может проецироваться на различные предметные области и отрасли наук-предмета в зависимости от класса рассматриваемых систем (технические, биологические, социальные и др.).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ «КИБЕРНЕТИКИ 2.0»

Перечислим альтернативные сценарии дальнейшего развития кибернетики:

— негативистский сценарий, при котором все более доминирует мнение, что «кибернетики не существует», и она все более предается забвению;

— «зонтичный» сценарий — кибернетика рассматривается, с отданием должного прошлым заслугам, как «механистическое» (неэмерджентное) объединение, а прогноз ее развития определяется как совокупность трендов развития, базовых и комплементарных наук, охватываемых «зонтичным брендом» кибернетики;

— «философский» сценарий, в рамках которого корпус новых результатов кибернетики 2.0 составляют только концептуальные рассуждения (развитие концептуального уровня);

— предметный (отраслевой) сценарий, в рамках которого основные результаты получаются на стыке с отраслевыми приложениями;

— конструктивно-оптимистический (желательный) сценарий, который заключается в том, что происходят сбалансированное развитие базовых, комплементарных и «концептуальных» наук, сопровождаемое *конвергенцией и междисциплинарной трансляцией их общих результатов*, а также основывающаяся на этом генерация обобщений концептуального уровня.

Актуальными представляются следующие классы задач управления:

— сетцентрические системы (включая как военные приложения, так и сетевые и облачные производства);

— информационное управление и кибербезопасность;

— управление жизненным циклом сложных организационно-технических систем;

— инженерия систем деятельности.

Перспективные области приложений: живые системы, социальные системы, «микро-» системы, энергетика и транспорт.

Основные задачи Кибернетики 2.0:

— обеспечение междисциплинарности исследований (по отношению к базовым и комплементарным наукам — см. рис. 3);

— поиск, систематизация и исследование в рамках «философии управления» общих законов, закономерностей и принципов управления системами различной природы;

— создание и развитие теории Организации ( $O^3$ ).

Можно выделить (см. также [35]) ряд глобальных *вызовов* (т. е. явлений, которые уже наблюдаются, но не укладываются полностью в рамки кибернетики 1.0), на которые должна ответить кибернетика 2.0:

— вавилонская башня науки (междисциплинарность, дифференциация наук; в первую очередь, в контексте кибернетики — наук об управлении и смежных с ними);

— крах централизации (децентрализация и сетевизм, включая системы систем, распределенную оптимизацию, эмерджентный интеллект, мульти-агентные системы и др.);

— стратегическое поведение (во всех его проявлениях, включая несогласованность интересов, целеполагание, рефлексию и др.);

— проклятие сложности (включая все аспекты сложности и нелинейности<sup>17</sup> современных систем, а также «проклятие размерности» — большие данные и большое управление).

В заключение подчеркнем, что последующее развитие кибернетики 2.0 потребует еще немало совместных усилий математиков, философов, специалистов по теории управления, системному инжинирингу и многих других.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Поваров Г.Н. Ампер и кибернетика. — М.: Сов. радио, 1977. — 96 с.
2. Ampère A.-M. Essai sur la philosophie des sciences. — Paris: Chez Bachelier, 1843. — P. 140—142.
3. Мусеев Н.Н. Люди и кибернетика. — М.: Молодая гвардия, 1984. — 224 с.
4. Trentowski B. Stosunek Filozofii do Cybernetyki, Czyli Sztuki RzNedzenia Narodem. — Warszawa, 1843. — 195 s.
5. Богданов А.А. Всеобщая организационная наука: в 2 т. — М.: Экономика, 1989. — Т. 1. — 304 с.; Т. 2. — 351 с.
6. 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.

<sup>17</sup> Можно образно сказать, что в этом смысле кибернетика 2.0 должна включать в себя «нелинейную теорию автоматического управления», исследующую нелинейные децентрализованные объекты управления с нелинейными наблюдателями и др.

7. Винер Н. Кибернетика и общество. — М.: Изд-во иностр. лит., 1958. — 200 с. / *Wiener N. The Human Use of Human Beings; Cybernetics and Society.* — Boston: Houghton Mifflin Company, 1950. — 200 p.
8. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. — М.: Мир, 1966. — 432 с. / *Ashby W. An Introduction to Cybernetics.* — London: Chapman and Hall, 1956. — 295 p.
9. Бир С. Кибернетика и управление производством. — М.: Наука, 1965. — 391 с. / *Beer S. Cybernetics and Management.* — London: The English University Press, 1959. — 214 p.
10. Из истории кибернетики / Ред.-сост. Я.И. Фет. — Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2006. — 339 с.
11. История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде). Вып. 1: Яркие фрагменты истории / Под общ. ред. чл.-корр. РАН Р.М. Юсупова; сост. М.А. Вус; Ин-т информатики и автоматизации РАН. — СПб.: Наука, 2008. — 356 с.
12. Хрестоматия по истории информатики / Автор-сост. Я.И. Фет; отв. ред. Б.Г. Михайленко; Ин-т выч. матем. и математ. геофизики СО РАН. — Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2014. — 559 с.
13. *Gerovich S. From Newspeak to Cyberspeak: A History of Soviet Cybernetics.* — Cambridge: MIT Press, 2002. — 383 p.
14. *Peters B. Normalizing Soviet Cybernetics // Information & Culture: A Journal of History.* — 2012. — Vol. 47, N 2. — P. 145–175.
15. *Umpleby S. A Brief History of Cybernetics in the United States // Austrian Journal of Contemporary History.* — 2008. — Vol. 19, N 4. — P. 28–40.
16. *Вышнеградский И.А. О регуляторах прямого действия // Известия СПб. практического технологического института. — 1877. — Т. 1. — С. 21–62.*
17. *Maxwell J.C. On Governors // Proc. of the Royal Society of London.* — 1868. — Vol. 16. — P. 270–283.
18. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. — М.: Изд-во иностр. лит., 1963. — 832 с. / *Shannon C., Weaver W. The Mathematical Theory of Communication.* — Illinois: University of Illinois Press, 1948. — 144 p.; *Shannon C.A. Mathematical Theory of Communication // Bell System Technical Journal.* — 1948. — Vol. 27. — P. 379–423, 623–656.
19. *Bertalanffy L. General System Theory: Foundations, Development, Applications.* — N.-Y.: George Braziller, 1968. — 296 p.
20. *Kahn H., Mann I. Techniques of Systems Analysis.* — Santa Monica: RAND Corporation, 1956. — 168 p.
21. *Акофф Р., Эмери М. О целеустремленных системах. — М.: Сов. радио, 1974. — 272 с. / Ackoff R., Emery F. On Purposeful Systems: An Interdisciplinary Analysis of Individual and Social Behavior as a System of Purposeful Events. 2nd ed. — N.-Y.: Aldine Transaction, 2005. — 303 p.*
22. Бир С. Мозг фирмы. — М.: Радио и связь, 1993. — 416 с. / *Beer S. Brain of the Firm: A Development in Management Cybernetics.* — London: Herder and Herder, 1972. — 319 p.
23. Винер Н. Бывший вундеркинд. — Ижевск: РХД, 2001. — 272 с. / *Wiener N. Ex-Prodigy: My Childhood and Youth.* — Cambridge: The MIT Press, 1964. — 317 p.
24. Винер Н. Творец и робот. — М.: Прогресс, 1966. — 104 с. / *Wiener N. God and Golem, Inc.: A Comment on Certain Points where Cybernetics Impinges on Religion.* — Cambridge: The MIT Press, 1966. — 99 p.
25. Винер Н. Я — математик. — Ижевск: РХД, 2001. — 336 с. / *Wiener N. I Am Mathematician.* — Cambridge: The MIT Press, 1964. — 380 p.
26. Джордж Ф. Основы кибернетики. — М.: Радио и связь, 1984. — 272 с. / *George F. The Foundations of Cybernetics.* — London: Gordon and Breach Science Publisher, 1977. — 286 p.
27. *Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. — М.: Мир, 1973. — 344 с. / Mesarovic M., Mako D., Takahara Y. Theory of Hierarchical Multilevel Systems.* — N.-Y.: Academic, 1970. — 294 p.
28. *George F.H. Philosophical Foundations of Cybernetics.* — Kent: Abacus Press, 1979. — 157 p.
29. Глушков В.М. Введение в кибернетику. — Киев: Изд-во Академии наук УССР, 1964. — 324 с.
30. *Дружинин В.В., Конторов Д.С. Введение в теорию конфликта. — М.: Радио и связь, 1989. — 288 с.*
31. *Дружинин В.В., Конторов Д.С. Проблемы системологии. — М.: Сов. радио, 1976. — 295 с.*
32. *Коршунов Ю.М. Математические основы кибернетики. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 496 с.*
33. *Кузин Л.Т. Основы кибернетики: в 2 т. — М.: Энергия, 1979. — Т. 1. — 504 с.; Т. 2. — 584 с.*
34. *Лернер А.Я. Начала кибернетики. — М.: Наука, 1967. — 400 с. / Lerner A. Fundamentals of Cybernetics.* — Berlin: Springer, 1972. — 294 p.
35. *Новиков Д.А. Кибернетика: Навигатор. История кибернетики, современное состояние, перспективы развития. — М.: ЛЕНАНД, 2016. — 160 с.*
36. *Турчин В.Ф. Феномен науки: Кибернетический подход к эволюции. — М.: Наука, 1993. — 296 с. / Turchin V. The Phenomenon of Science.* — N.-Y.: Columbia University Press, 1977. — 348 p.
37. *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.
38. *Эшби У.Р. Конструкция мозга. — М.: ИЛ, 1962. — 399 с. / Ashby W. Design for a Brain: The Origin of Adaptive Behavior.* — N.-Y.: John Wiley & Sons, 1952. — 298 p.
39. *Уолтер Г. Живой мозг. — М.: Мир, 1970. — 300 с. / Walter G. The Living Brain.* — London: Pelican Books, 1963. — 255 p.
40. *Арбид М. Метафорический мозг. — М.: Мир, 1976. — 296 с. / Arbib M. The Metaphorical Brain: An Introduction to Cybernetics as Artificial Intelligence and Brain Theory.* — N.-Y.: Wiley, 1972. — 384 p.
41. *Джордж Ф. Мозг как вычислительная машина. — М.: Изд-во иностр. лит., 1963. — 528 с. / George F. The Brain as a Computer.* — N.-Y.: Pergamon Press, 1962. — 437 p.
42. *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.
43. *Pickering A. The Cybernetic Brain.* — Chicago: The University of Chicago Press, 2010. — 537 p.
44. *Механизмы управления / Под ред. Д.А. Новикова. — М.: Ленанд, 2011. — 192 с. / Mechanism Design and Management: Mathematical Methods for Smart Organizations / Ed. by Prof. D. Novikov.* — N.-Y.: Nova Science Publishers, 2013. — 163 p.
45. *Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. — 3-е изд. — М.: Физматлит, 2012. — 604 с. / Novikov D. Theory of Control in Organizations.* — N.-Y.: Nova Science Publishers, 2013. — 341 p.
46. *Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Рефлексия и управление: математические модели. — М.: Изд-во физ.-мат. лит., 2013. — 412 с. / Novikov D., Chkhartishvili A. Reflexion and Control: Mathematical Models.* — London: CRC Press, 2014. — 298 p.
47. *Bateson G. Steps to an Ecology of Mind.* — San Francisco: Chandler Pub. Co., 1972. — 542 p.
48. *Foerster H. The Cybernetics of Cybernetics. 2nd ed. Minneapolis: Future Systems, 1995. — 228 p.*
49. *Foerster H. Understanding Understanding: Essays on Cybernetics and Cognition.* — N.-Y.: Springer-Verlag, 2003. — 362 p.
50. *Heylighen F., Joslyn C. Cybernetics and Second-Order Cybernetics / Encyclopedia of Physical Science & Technology. 3rd ed. — N.-Y.: Academic Press, 2001. — P. 155–170.*
51. *Mead M. The Cybernetics of Cybernetics / Purposive Systems. Ed. by H. von Foerster, et al. — N.-Y.: Spartan Books, 1968. — P. 1–11.*
52. *Maturana H., Varela F. Autopoiesis and Cognition.* — Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1980. — 143 p.
53. *Maturana H., Varela F. The Tree of Knowledge.* — Boston: Shambhala Publications, 1987. — 231 p.
54. *Varela F. A Calculus for Self-reference // Intern. Journal of General Systems.* — 1975. — Vol. 2. — P. 5–24.
55. *Ленский В.Е. Философия и методология управления в контексте развития научной рациональности // Тр. XII Все-*





- росс. совещания по проблемам управления / ИПУ РАН. — М., 2014. — С. 7785—7796.
56. *Boxer P., Kenny V.* Lacan and Maturana: Constructivist origins for a 3<sup>rd</sup> Cybernetics // *Communication and Cognition*. — 1992. — Vol. 25, N 1. — P. 73—100.
  57. *Kenny V.* There's Nothing Like the Real Thing. Revisiting the Need for a Third-Order Cybernetics // *Constructivist Foundations*. — 2009. — N 4 (2). — P. 100—111.
  58. *Mancilla R.* Introduction to Sociocybernetics (Part 1): Third Order Cybernetics and a Basic Framework for Society // *Journal of Sociocybernetics*. — 2011. — Vol. 42, N 9. — P. 35—56.
  59. *Mancilla R.* Introduction to Sociocybernetics (Part 3): Fourth Order Cybernetics // *Journal of Sociocybernetics*. — 2013. — Vol. 44, N 11. — P. 47—73.
  60. *Müller K.* The New Science of Cybernetics: A Primer // *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*. — 2013. — Vol. 11, N 9. — P. 32—46.
  61. *Umpleby S.* The Science of Cybernetics and the Cybernetics of Science // *Cybernetics and Systems*. — 1990. — Vol. 21, N 1. — P. 109—121.
  62. *Горский Ю.М.* Системно-информационный анализ процессов управления. — Новосибирск: Наука, 1988. — 327 с.
  63. *Горский Ю.М., Степанов А.М., Теслинов А.Г.* Гомеостатика. Гармония в игре противоречий. — Иркутск: Репроцентр А1, 2008. — 634 с.
  64. *Соколов Б.В., Юсупов Р.М.* Анализ междисциплинарного взаимодействия современной информатики и кибернетики: теоретические и практические аспекты // *Материалы XII Всерос. совещания по проблемам управления / ИПУ РАН* — М., 2014. — С. 8625—8636.
  65. *Соколов Б.В., Юсупов Р.М.* Неокибернетика в современной структуре системных знаний // *Робототехника и техническая кибернетика*. — 2014. — № 2 (3). — С. 3—10.
  66. *Крылов С.М.* Неокибернетика: Алгоритмы, математика эволюции и технологии будущего. — М.: Из-во ЛКИ, 2008. — 288 с.
  67. *Теслер Г.С.* Новая кибернетика. — Киев: Логос, 2004. — 404 с.
  68. *Колин К.К.* О структуре научных исследований по комплексной проблеме «информатика» / *Социальная информатика: сб. науч. тр.* — М.: ВКШ при ЦК ВЛКСМ, 1990. — С. 19—33.
  69. *Vittikh V.A.* Проблемы эвергетики // *Проблемы управления*. — 2014. — № 4. — С. 69—71. / *Vittikh V.A.* Evolution of Ideas on Management Processes in the Society: From Cybernetics to Evergetics // *Group Decision and Negotiation*. — 2015. — Vol. 24, iss. 5. — P. 825—832. — URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10726-014-9414-6/fulltext.html> (дата обращения 1.12.2015).
  70. *Харитонов В.А., Алексеев А.О.* Концепция субъектно-ориентированного управления в социальных и экономических системах // *Политематический сетевой электронн. науч. ж-л Кубанского гос. аграрного ун-та (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]*. — Краснодар: КубГАУ, 2015. — № 05 (109). — IDA [article ID]: 1091505043. — URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/43.pdf> (дата обращения 1.12.2015).
  71. *Rosenblueth A., Wiener N., Bigelow J.* Behavior, Purpose and Teleology // *Philosophy of Science*. — 1943, N 10. — P. 18—24.
  72. *Гуревич И.М., Урсул А.Д.* Информация — всеобщее свойство материи: Характеристики, оценки, ограничения, следствия. — М.: ЛИБРОКОМ, 2012. — 312 с.
  73. *Колин К.К.* Философские проблемы информатики. — М.: БИНОМ, 2010. — 270 с.
  74. *Колин К.К.* Становление информатики как фундаментальной науки и комплексной научной проблемы // *Системы и средства информатики*. — 2006. — Спец. вып. «Научно-методологические проблемы информатики». — С. 7—58.
  75. *Новиков А.М., Новиков Д.А.* Методология. — М.: СИНТЕГ, 2007. — 668 с.
  76. *Новиков Д.А.* Методология управления. — М.: Либроком, 2011. — 128 с. / *Novikov D.* Control Methodology. — N.-Y.: Nova Science Publishers, 2013. — 76 p.
  77. *Пранцишвили И.В.* Системный подход и общесистемные закономерности. — М.: СИНТЕГ, 2000. — 528 с.

*Статья представлена к публикации членом редколлегии О.П. Кузнецовым.*

**Новиков Дмитрий Александрович** — чл.-корр. РАН, зам. директора, ✉ [novikov@ipu.ru](mailto:novikov@ipu.ru),

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва.

### Содержание сборника «Управление большими системами», 2015, вып. 57

- ✓ **Алгазин Г.И., Матюнин Е.В.** Об оптимальных стратегиях асимметрично информированных участников игровых взаимодействий системами
- ✓ **Антоненко А.В., Лошкарёв И.В., Панков В.С.** Решение задачи стимулирования инноваций в электроэнергетике. Часть 1. Оптимизационные модели
- ✓ **Ватаманюк И.В., Панина Г.Ю., Ронжин А.Л.** Реконфигурация пространственного положения роя роботов
- ✓ **Ведешенков В.А., Курако Е.А., Лебедев В.Н.** О диагностируемости компонентов цифровых систем со структурой минимального квазиполного графа размера 7×7 с двумя путями между двумя абонентами
- ✓ **Вожаков А.В., Гитман М.Б., Столбов В.Ю.** Модели принятия коллективных решений в производственных системах
- ✓ **Выхованец В.С., Крыжановская А.В.** Совмещенные сети управления и данных
- ✓ **Гераськин М.И., Егорова В.В.** Оптимальные механизмы планирования позаказного производства по финансовым и временным критериям
- ✓ **Жилиякова Л.Ю.** Ресурсная сеть с ограничением на емкость аттракторов
- ✓ **Лазарев А.А., Тарасов И.А.** Составление оптимального расписания движения поездов между двумя станциями, соединенными однопутной железной дорогой с разъездом
- ✓ **Мелентьев В.А.** О топологической масштабируемости вычислительных систем
- ✓ **Шумов В.В.** Модель безопасности государства
- ✓ **Яковлев К.С., Баскин Е.С., Андрейчук А.А.** Метод автоматического планирования совокупности траекторий для навигации беспилотных транспортных средств

*Тексты статей доступны на сайте <http://ubs.mtas.ru/>*

