

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Практическое занятие №1	8
Практическое занятие №2	13
Практическое занятие №3	21
Практическое занятие №4	25
Практическое занятие №5	27
Практическое занятие №6	31
Вопросы для самопроверки	42
Библиографический список	44

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Кибернетика и киберфизические системы в строительстве» является основной к обучению в магистратуре по направлению 04.09.01, так как целью освоения дисциплины является формирование компетенций обучающегося в области информационного моделирования в строительстве и управления объектами и процессами на всех стадиях жизненного цикла (ЖЦ) строительного объекта, причём подразумевается не сам процесс архитектурно-строительного проектирования, которому посвящены другие дисциплины магистратуры направления 04.09.01 и бакалавриата по направлению 03.09.01, но процесс информационного моделирования киберфизических систем (КФС) в строительстве и связанных с этим знаний. Учёт при моделировании киберфизических систем всех стадий ЖЦ строительных объектов важен, поскольку термин «жизненный цикл» с 2009 г. вошёл в официальный профессиональный дискурс строительной отрасли применительно к зданиям и сооружениям. Это было отражено в Техническом регламенте о безопасности зданий и сооружений (Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ, пп.3.2, 5.1, 15.10), причём ЖЦ был описан как «период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения».

Прежде чем получать знания о кибернетике и КФС в строительстве, необходимо представить онтологию терминов и определений данной предметной области.

Строительный объект (construction object) — здание или сооружение, предполагаемое к возведению или находящееся в процесс строительно-монтажных работ, но не сданное в эксплуатацию.

Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (статья 2, часть 2, параграфы 6 и 23) так определяет термины здание и сооружение:

Здание (building) — «результат строительства, представляющий собой объёмную строительную систему, имеющую надземную и (или) подземную части, включающую в себя помещения, сети инженерно-технического обеспечения и системы инженерно-технического обеспечения и предназначенную для проживания и (или) деятельности людей, размещения производства, хранения продукции или содержания животных».

Сооружение (structure) — «результат строительства, представляющий собой объёмную, плоскостную или линейную строительную систему, имеющую наземную, надземную и (или) подземную части, состоящую из несущих, а в отдельных случаях — и ограждающих строительных конструкций и предназначенную для выполнения производственных процессов различного вида, хранения продукции, временного пребывания людей, перемещения людей и грузов».

Жизненный цикл зданий (buildings lifecycle) — это повторяющаяся серия состояний информационных моделей зданий в процессе их жизненного пути (от создания до прекращения использования), где цикличность возникает через извлечение знаний и специфического опыта из моделей в среду общих данных (СОД) и использование последних в новых информационных моделях зданий.

Жизненный цикл существует только для категорий зданий, но не для конкретного здания в отдельности. У конкретного здания существует жизненный путь, или морфогенез. Категоризация может проводиться по различным группам: по классам капитальности, по функциональному назначению, по типу строительной системы, по влиянию на окружающую среду и др. Состоит он из следующих стадий: 1. Мысленная; 2. Предпроектная; 3. Проектная; 4. Строительная; 5. Эксплуатационная; 6. Демонтажная.

Каждая стадия имеет несколько этапов (также — состояний) информационной модели здания. ЖЦ состоит из стадий, которые суть состояния информационной модели здания (см. теорию конечных автоматов и Диаграмму Состояний языка моделирования UML). Жизненный путь состоит из этапов, которые есть временные периоды.

Стадия жизненного цикла (life cycle stage) — период жизненного пути здания как часть временной функции, определяющий устойчивое состояние информационной модели относительно её существенного, качественного изменения и относящийся к состоянию системного описания или реализации системы, определяющий степень развития системы.

Жизненный путь здания (морфогенез) (building lifeline) — последовательность этапов, которые суть процессы, происходящие при переходе здания из одного состояния в другое. В зависимости от категорий здания множество этапов жизненного пути между стадиями жизненного цикла могут

быть различными, т.е. при одинаковом ЖЦ технические объекты из разных категорий имеют не полностью отображаемые друг в друга множества этапов.

Этапы ЖЦ здания: отчуждение мысленной модели и маркетинг; эскизное проектирование; предпроектные изыскания; проектирование; прохождение экспертизы; подготовка рабочей документации; подготовка строительного производства; строительные-монтажные работы; ввод в эксплуатацию (сдача-приёмка); проведение ремонтов и реставрации; проведение реконструкций; вывод из эксплуатации, снос (демонтаж); выделение специфического опыта и сохранение знаний информационной модели (ИМ) здания в среде общих данных (СОД) (по ГОСТ 57311-2016).

Этап жизненного цикла (life cycle phase) — состояние ИМ здания в процессе жизненного пути здания, характеризующееся определённой доминирующей деятельностью.

Среда общих данных (Common Data Environment, СОД) — комплекс программно-технических средств, функционирующих в организации информационно-управляющих систем, обеспечивающий их совместное пользование в составе эксплуатационной модели здания для управления информацией об активах.

Актив (asset) — находящийся в собственности и принятый в эксплуатацию объект капитального строительства (сооружение производственного и непроизводственного назначения, жилое и административное здание, земельный участок, производственное оборудование и механизмы) (по ГОСТ 57311-2016).

Объект-система (object&system) — целостная группа объектов, находящихся в отношениях друг с другом и образующих причинно-следственную связь.

Модель (model) — объект-система, описывающая основные характеристики более сложной системы (реального объекта, процесса, явления) и являющаяся образом-заместителем, представляющим изучаемый объект.

Мета-система (meta-system) — совокупность объект-систем.

Информационная модель (information model, ИМ) — мета-система, являющаяся совокупностью объект-систем, в соответствии с предметной областью.

Объект — нечто (сущность), что выделено из профессиональной предметной области и получившее имя в профессиональном сообществе.

Информационная модель здания (building information model, BIM)

Вариант 1. Мета-система, являющаяся совокупностью цифровой информационной модели (ЦИМ) здания, инженерно-цифровой модели местности (ИЦММ) и, при необходимости, дополнительных взаимосвязанных сведений, документов и материалов о здании, формируемых в электронном виде на стадиях жизненного пути мета-системы (от создания модели до прекращения использования).

Вариант 2. Мета-система, являющаяся совокупностью цифровой информационной модели (ЦИМ) здания, инженерно-цифровой модели местности (ИЦММ) и, при необходимости, дополнительных структурированных и неструктурированных информационных контейнеров (ISO 19650-1), формируемых в электронном виде на стадиях жизненного пути мета-системы (от создания до прекращения использования).

Проект (design project) — координируемая и управляемая деятельность, результатом которой является создание инфографического набора требований к объект-системе; состоящая из этапов: предпроектных исследований, начальной стадии дизайн-концепции, стадии детального дизайна, стадии разработки и стадии воплощения; предпринятая для достижения конкретных требований, включая ограничения по времени, стоимости и ресурсам.

Цифровой двойник (Digital Twin, DT) — динамическая информационная модель технического объекта с постоянными обратными связями от физических процессов, с которыми взаимодействует технический объект.

Система систем (System-of-systems, SoS), {она же техноценоз (сообщество технических объектов)} — мета-система, ограниченная в пространстве и времени, возникающая в результате соединения множества технических объектов разных категорий в определённый момент их жизненного пути. Характеризуется SoS:

- 1) слабыми связями и слабыми взаимодействиями между объектами;
- 2) невозможностью выделения однозначной системы показателей;
- 3) несопоставимостью времени жизненного пути технического объекта и системы систем (SoS);

4) динамической иерархией, т.е. наличием в каждый момент времени доминирования какой-либо одной категории технических объектов из множества SoS.

Управление SoS (техноценозом) — формулирование стратегических (дальних) целей и организация обмена информацией между входящими в её состав цифровыми двойниками, обеспечивающее достижение целей.

Интернет вещей (Internet-of-Things, IoS) — система взаимосвязанных вычислительных устройств, механических и цифровых машин, объектов, животных или людей, которые снабжены уникальными идентификаторами и возможностью передачи данных по сети без необходимости взаимодействия человека с человеком или человека с компьютером (TechTarget).

Киберфизическая система (cyberphysical system, КФС) — это гибридные системы со встроенным программным обеспечением, связывающим разнородные подсистемы, способные воспринимать, действовать и общаться через сети (E. Lee).

Теория — форма организации научного знания о некоторой совокупности объектов, представляющая собой систему взаимосвязанных утверждений и доказательств и содержащая методы объяснения и предсказания явлений и процессов данной предметной области всех явлений и процессов, описываемых данной теорией. Любая научная теория состоит: 1) из взаимосвязанных структурных компонентов; 2) имеет в своём исходном базисе центральный системообразующий элемент.

Методология — это учение об организации деятельности. Соответственно, предмет методологии — организация целенаправленной активности человека (деятельности).

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

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

Закономерности не носят обязательного характера, в отличие от законов.

Система — множество элементов, находящихся в отношениях друг с другом и образующих причинно-следственную связь.

Структура системы — совокупность устойчивых связей между элементами системы, обеспечивающих её целостность и самотождественность.

Системный анализ — совокупность методов, ориентированных на исследование сложных систем — технических, экономических, экологических, образовательных и т.д. Может рассматриваться как практическая методология решения проблем. Сформировался как развитие направления исследования операций: задачи выбора, многокритериальное принятие решений, линейное, нелинейное и динамическое программирование, марковские случайные процессы, теория массового обслуживания, игровые методы обоснования решений, сетевое планирование, теория надёжности.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

Цель: Знакомство с краткой историей предметной области дисциплины.

Содержание занятия. Кибернетика представляет собой пример междисциплинарной науки, возникшей на пересечении логики, математики, семиотики, биологии, физиологии, социологии. Для понимания генезиса (происхождения) кибернетики необходимо представить спектр её определений во времени.

1. Определение по А. Амперу (1838): Наука о текущей политике и практическом управлении государством (обществом).

2. Искусство управления народом (Б. Трентовский (1843)).

3. Совокупность организационных принципов, общих для всех видов систем (А.А. Богданов, «Тектология» (1925)).

4. Определение по Н. Винеру (1948): а) Наука об управлении и связи в живых организмах и машинах. б) Наука об управлении и обработке информации в животном, машине и обществе.

Современные определения:

5. Наука об общих закономерностях управления и обработки информации в животном, машине и обществе.

6. Научное направление, которое изучает машины, живые организмы и их объединения исключительно с точки зрения их способности воспринимать определённую информацию, сохранять эту информацию в памяти, передавать её по каналам связи и перерабатывать её в сигналы, направляющие их деятельность в соответствующую сторону (А.Н. Колмогоров).

7. Синтетическая наука об управлении, информации и системах (А.Г. Бутковский).

8. «The art of interaction in dynamic networks». Искусство взаимодействия в динамических системах (R. Ascott).

9. «The art of effective organization». Искусство эффективной организации (S. Beer).

Классиками данной науки, среди многих известных исследователей, всё же можно выделить Норберта Винера (N. Wiener), Уильяма Эшби (W.R. Ashby) и Стаффорда Бира (S.T. Beer). Винер описал общие подходы и принципы, Эшби описал биологические, а Бир, соответственно, — производственно-экономические аспекты кибернетики.

У. Эшби ввёл в предметную область кибернетики и исследовал такие категории, как «разнообразие» и «самоорганизация». Он первый использовал в кибернетике термины «гомеостат» (homeostatic device) и «чёрный ящик» (black box).

Исследования Винера, Эшби, Бира вылились в формулировку всемирно известных «пяти принципов кибернетики», из которых первый (необходимое разнообразие системы) часто представляется в виде «закона необходимого разнообразия» У. Эшби:

1. Разнообразие сложной системы требует управления, которое само обладает некоторым разнообразием (значительное разнообразие воздействий, возмущений/флуктуаций внешней среды, воздействующих на большую и сложную систему, (влечёт за собой), требует необходимого разнообразия её возможных состояний, адекватного разнообразию этих воздействий). Иначе нарушается принцип целостности из теории систем (как одно из свойств «системы»). Следовательно, с общетехнической точки зрения, в том числе с позиций строительного производства, можно сформулировать закономерность — чем сложнее объект управления, тем сложнее должен быть орган, который им управляет (орган управления).

2. Чем больше система и чем больше различия масштаба части системы к целому, тем выше вероятность того, что свойства целого (всей системы) могут сильно отличаться от свойств частей. Эти отличия рождаются в результате объединения в структуре системы некоторого числа однородных/разнородных частей (системных элементов). Следовательно, с общетехнической точки зрения, в том числе с позиций строительного производства, можно сформулировать закономерность: существует возможность несовпадения локальных/частных целей отдельных частей системы с общей/итоговой/сводной/глобальной целью системы. При постановке главной/итоговой цели производственной деятельности и её достижении критически важно принимать решения и вести разработки по совершенствованию системы в целом и её частей в отдельности, используя методы не только анализа: разделения на части, но и синтеза: объединения частей, их синергии, междисциплинарного подхода (принцип эмерджентности, У. Эшби).

На практике — при оптимизации системы управления зданием в его жизненном цикле — необходимо знать, что у каждой подсистемы есть свои критерии (локальные критерии), из которых не-

которые являются базовыми (например, размер бюджета, технические условия на проектирование, определённая система автоматизированного проектирования и т.д.). Отсюда, если локальные критерии приводят к достижению главной/итоговой цели (срок проектирования, расчёты особых условий эксплуатации и т.п.), то эти критерии являются *согласованными* критериями. Производственной задачей является следующая индуктивная задача: как от главной/итоговой цели и её глобальных критериев выйти на значения *согласованных* локальных критериев подсистем.

3. Любая система управления нуждается в «чёрном ящике» — в некоторых заданных резервах, — с помощью которого компенсируются неучтённые факторы воздействия/возмущения внешней и внутренней сред. Качество функционирования любой управляющей подсистемы в системе определяется степенью реализации данного принципа (принцип внешнего дополнения, С. Бир).

Следовательно, с общетехнической точки зрения, в том числе с позиций строительного производства, можно сформулировать закономерность: в любом, даже самом детальном и скрупулёзно разработанном плане (бизнес-плане, плане разработки проекта, плане организации строительства и производства работ и пр.) в процессе реализации будут проявляться неучтённые факторы, так как практически невозможно учесть полное множество факторов, воздействующих на подсистему в процессе реализации деятельности. Для избежания снижения надёжности функционирования всей системы, для удержания её внутри набора пороговых значений её критериев, т.е. для сохранения согласованности и локальных критериев, необходимо придать системе необходимый и достаточный объём резервов, компенсирующих воздействие как учтённых, так и неучтённых факторов.

4. Без наличия обратной связи (feedback) между организованными (взаимосвязанными и взаимодействующими) частями/элементами системы или системами невозможна организация эффективного управления ими на научных принципах (принцип или закон обратной связи, Н. Винер).

Соответственно, эффективное функционирование систем зависит от обратной связи, сигнализирующей о достигнутом результате, на основании информации, содержащейся в обратной связи, корректируется управляющее воздействие.

Все организованные системы являются открытыми, и замкнутость их обеспечивается только через контур прямой и обратной связи. Определены две разновидности обратной связи:

- отрицательная, которая уменьшает влияние входной величины на выходную величину и является обязательным условием поддержания устойчивого динамического равновесия;
- положительная, которая увеличивает влияние входной величины на выходную величину и, следовательно, создаёт неустойчивое состояние.

5. Управляемый объект всегда можно рассматривать как состоящий из относительно независимых друг от друга подсистем (частей/элементов), (принцип декомпозиции; У. Эшби и Г. Клаус).

С общетехнической точки зрения, в том числе с позиций автоматизации строительной сферы, данный объект представляет значительный интерес, поскольку в сложный объект (с учётом всех его локальных и глобальных критериев и других аспектов) встроить управляющий регулятор теоретически и практически невозможно. Поэтому аналитическое разделение объекта на независимые элементы/части/звенья и переменные, а управляющего регулятора — на отдельные управляющие блоки помогает обеспечить возможность приспособиться ко многим условиям работы объекта и последовательно управлять им через набор регуляторов. Отсюда, мастерство управления кроется в отборе взаимосвязанных критериев и/или факторов, в расчленении решаемой задачи на ряд последовательных элементов/частей/звеньев.

Особенностью создания кибернетических систем (киберфизических, в том числе) является обязательный учёт всех пяти указанных принципов. Организация объекта и субъекта управления взаимобусловлена и взаимосвязана пятью принципами кибернетики.

К кибернетике относят в настоящее время теорию управления, математическую теорию связи и информации, общую теорию систем, системотехнику, системный анализ, методы оптимизации, анализ данных и принятие решений, методы искусственного интеллекта, исследование операций, робототехнику. Связи кибернетики 1-го порядка представлены на рис. 1.

Кибернетика указывает на подобие процессов управления и связи в машинах, живых организмах и обществах, будь то общества социальных животных (пчелы, муравьи, дельфины, обезьяны) или человеческие общества. Процессы передачи, хранения, переработки информации — сигналов, сообщений, сведений. Кибернетика может восприниматься как общая теория управления и связи.

Любую информацию безотносительно к её содержанию можно рассматривать как некоторый выбор между двумя и более значениями с известными вероятностями, что позволяет оценить процессы одной меркой, иными словами, одним статистическим аппаратом.

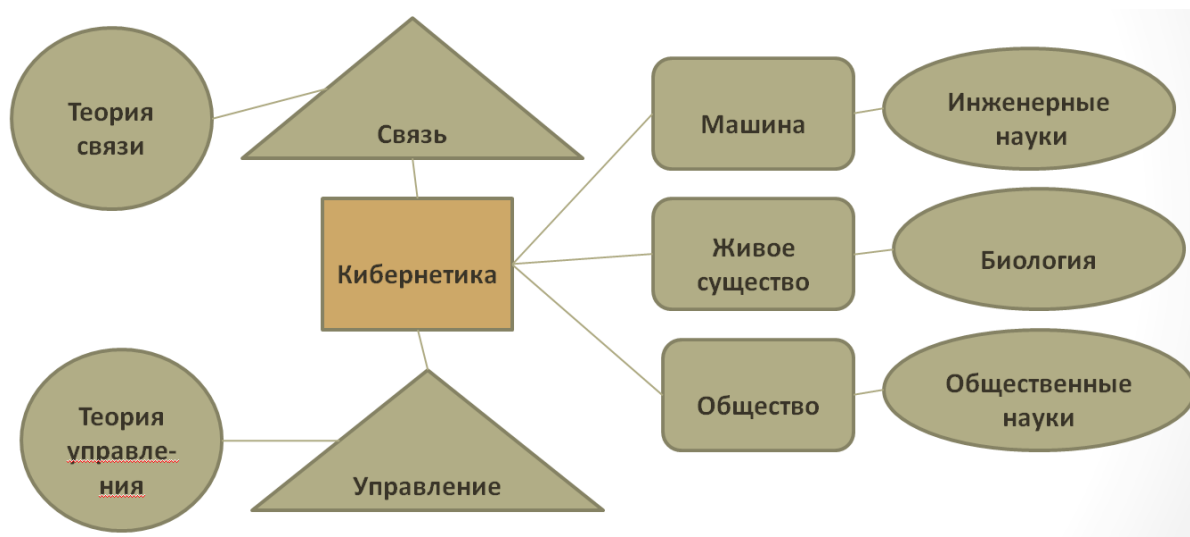


Рис.1. Филогения кибернетики 1-го порядка

Количество информации — количество выбора — Винер связывал с отрицательной энтропией, что становится третьей базовой характеристикой природы, как количество вещества и энергии. Следовательно, кибернетика может восприниматься как теория организации, теория борьбы с возрастанием энтропии (хаоса). Поскольку информация не создаётся, она только принимается и передаётся, но при этом может утрачиваться, исчезать, искажаться помехами, шумом на пути от объекта к объекту. Поэтому борьба с энтропией — это борьба за чёткость передачи информации, борьба с шумом, искажениями информации.

Отрасли кибернетики (основные предметные области):

- Техническая кибернетика.
- Биологическая кибернетика/медицинская кибернетика.
- Экономическая кибернетика.
- Кибернетическая физика.
- Социальная кибернетика.
- Космическая кибернетика.
- Квантовая кибернетика.

Если говорить о зарубежных публикациях, то в статьях о кибернетических аспектах термины cybernetics («кибернетика») и control («управление») за период от создания науки (1947 г.) до первой декады 21 в. (2012 г.) употребляются примерно одинаково, хотя в самое последнее время отмечается снижение употребления термина «control». Отечественные статьи демонстрируют, что термин «управление» превышает по частоте употребления термин «кибернетика» в пять раз.

В настоящее время классическую кибернетику называют «Кибернетика 1-го порядка», или кибернетика наблюдаемых систем (Н. Винер). Основными терминами кибернетики 1-го порядка являются обратная связь, процесс как «чёрный ящик», информация как одна из основ физики.

Кибернетика 2-го порядка (Foerster Н. (Ферстер), Mead М. (Мид) Bateson G. (Бейтсон)), или кибернетика наблюдающих систем (Ф. Варела), появилась уже в 80-х гг. XX в., в ней акцент делается на обратную связь между управляемой системой и наблюдателем. Иногда она называется кибернетикой кибернетических систем, связана, в первую очередь, с именами М. Мид, Г. Бейтсона и Г. Ферстера и делает акцент на роли субъекта/наблюдателя, осуществляющего управление (перенос принципа дополненности с физики на все явления и процессы).

Основными терминами воздействий, представленных на рис. 2, являются рекурсивность, саморегуляция, рефлексия, аутопоэзис.

Аутопоэзис — самопорождение и саморазвитие систем (Ф. Варела, У. Матурана).

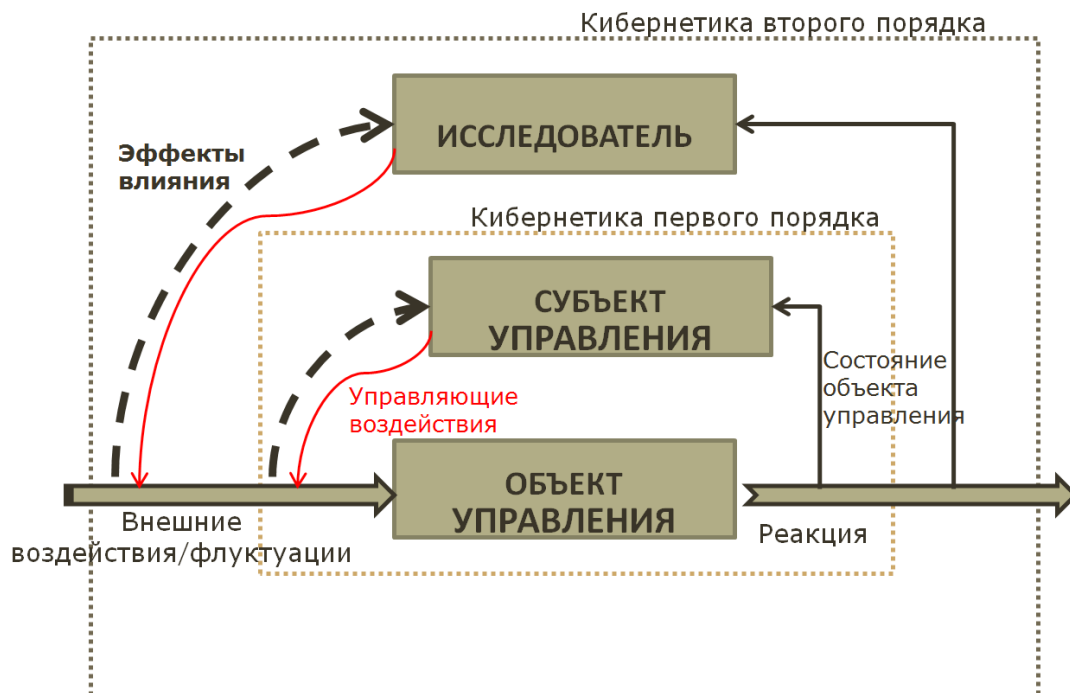


Рис. 2. Различия в воздействиях в кибернетике 1-го и 2-го порядков

Таблица 1

Онтогенез кибернетики

Название	Авторы	Годы
Кибернетика	Wiener N., Ashby W., Beer S.	1948–1950-е
Кибернетика второго порядка	Mead M., Bateson G., Foerster H.	1960–1970-е
Аутопоезис	Maturana H., Varela F.	1970-е
Гомеостатика	Горский Ю.М.	1980-е
Концептуальные кибернетики третьего и четвёртого порядков	Kenny V., Mancilla R., Umpleby S.	1990–2010-е
Неокибернетика	Соколов Б.В., Юсупов Р.М.	2000-е
Неокибернетика	Крылов С.М.	2000-е
Кибернетика третьего порядка	Лепский В.Е.	2000-е
Новая кибернетика, посткибернетика	Теслер Г.С.	2000-е
Методология управления	Новиков Д.А.	2000-е
Эвергетика	Витгих В.А.	2010-е
Субъектно-ориентированное управление в ноосфере: Ni-Hume Cybernetics	Харитонов В.А., Алексеев А.О.	2010-е

Современные приложения кибернетики показаны на рис. 3.

Теория управления является лишь одним из приложений кибернетики, сводить кибернетику только к вопросам теории управления в современных условиях является существенным упрощением предмета исследования.

Задание для самостоятельной работы

Прочитать книги: 1) Винер. Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине [1]; 2) Дитрих Я. Проектирование и конструирование: Системный подход [4]; 3) Эшли У. Ведение в кибернетику; 4) Рид Т. Рождение машин. Неизвестная история кибернетики [12].

Сравнить определения кибернетики, данные в книгах основателями научного направления, с современными определениями кибернетики. Выписать основные приложения кибернетики в современном производстве, и более предметно — в строительной сфере.

Прочитать краткие описания различных видов кибернетики в процессе развития науки.



Рис. 3. Филогения кибернетики 2-го порядка

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

Цель: Получить знания о видах систем, принципах функционирования сложных систем, получить навыки дифференциации простых и сложных систем, а также навыки системного анализа.

Содержание занятия: прежде чем перечислять виды сложных систем, необходимо привести принципы функционирования сложных систем:

1) принцип реакции — 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 — целостность системы поддерживается балансом (статическим или динамическим) между связывающими и рассеивающими воздействиями. Аналогично поддерживается целостность нескольких взаимодействующих систем;

3) принцип адаптации — для устойчивого существования системы средний темп её адаптации должен быть равен или должен превосходить средний темп изменения окружающей среды;

4) принцип связанного разнообразия — устойчивость взаимосвязанных систем растёт с увеличением разнообразия и степенью связанности этого разнообразия с окружающей средой;

5) принцип ограниченного разнообразия — разнообразие во взаимодействующих системах ограничено имеющимся пространством и минимальной степенью дифференциации;

6) принцип предпочитаемой формы — вероятность того, что взаимодействующие системы окажутся в локально устойчивой конфигурации, растёт с увеличением как разнообразия, так и связанности систем;

7) принцип цикличности прогресса — взаимодействующие системы под влиянием внешнего источника энергии будут стремиться к циклическому прогрессу, в котором периодически генерируется и исчезает разнообразие системы.

В кибернетике большинство известных принципов и законов функционирования сложных систем носит именно характер не законов с чёткими определениями, но вид закономерностей или гипотез.

Далее приводится список принципов управления сложными системами. Перечисленные принципы управления верны для подавляющего большинства технических систем:

1. *Принцип иерархии.* Система управления имеет обычно 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.

2. *Принцип 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, необходимость учёта 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.

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

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

5. *Принцип эффективности.* Система управления должна реализовывать наиболее эффективные из допустимых управляющих воздействий.

6. *Принцип ответственности.* Система управления несёт ответственность за принимаемые решения и за эффективность функционирования управляемой системы.

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

8. *Принцип 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.

9. *Принцип 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.

10. *Принцип 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 учётом возможных реакций управляемой системы на те или иные управляющие воздействия в прогнозируемых внешних условиях.

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

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

13. *Принцип адекватности.* Система управления (её 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 её возможностям.

14. *Принцип оперативности.* Этот 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 её функционирования. Другими словами, характерное время выработки и реализации управленческих решений не должно превышать характерное время изменений управляемой системы (т.е. система управления должна быть адекватна управляемым процессам в смысле скорости их изменений).

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

16. *Принцип 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 её функционирования.

17. *Принцип рациональной централизации.* 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. Выделяют качественно новые (присущие многоуровневым системам по сравнению с двухуровневыми) эффекты, отражающие влияние на эффективность управления следующих факторов:

– фактор агрегирования, заключающийся в агрегировании (т.е. «свёртывании», «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 других ресурсов системы при изменении состава участников системы (управляемых субъектов, промежуточных управляющих органов и т.д.), обладающих собственными интересами;

– фактор неопределённости, заключающийся в изменении информированности участников системы о существенных внутренних и внешних параметрах функционирования;

– организационный фактор, заключающийся в изменении отношения власти, т.е. 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 возникшая естественно, так и созданная человеком, может считаться организованной, только если она основана на некоей иерархии или переплетении нескольких иерархий. Во всяком случае, до сих пор мы не знаем организованных систем, устроенных иначе» [6].

18. *Принцип демократического управления (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.

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

20. *Принцип этичности, гуманизма*. При принятии управленческих решений учёт существующих в обществе, организации и т.д. этических норм имеет приоритет перед другими критериями.

Принципы сложных систем и принципы управления сложными системами являются функциями научного-практического направления *системный анализ*, применение которого в разрешении технических противоречий получило название системного подхода [18].

«Системный анализ» (зарубежный термин, ранее переводился как анализ систем — Systems Analysis, в наши дни — как наука о системах — «Systems Science») стал научно-практическим направлением, развивая общую теорию систем (GST — General Systems Theory), основателем которой был биолог Людвиг фон Бергаланфи (Bertalanffy L.von), предложивший в 30-е гг. XX в. концепцию открытой системы.

Системный анализ, отличаясь междисциплинарным подходом, рассматривает деятельность как сложную систему, направленную на подготовку, обоснование и реализацию решения сложных проблем: технических, экономических, социальных и т.д.

Ценность системного подхода в том, что рассмотрение категорий системного анализа создаёт основу для логического и последовательного подхода к проблемам управления и принятия решений. Эффективность решения проблем с помощью системного анализа определяется структурой решаемых проблем. Системный анализ помогает решать как хорошо структурированные, так и слабо-структурированные задачи. Различные исследователи предлагают собственные наборы последовательности действий в системном анализе, что приведено в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Системный анализ разрешения технических задач от отечественных исследователей

Е.П. Голубков	Д.А. Новиков	Н.П. Федоренко	Ю.И. Черняк
<ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка задачи 2. Исследование 3. Анализ 4. Предварительное суждение 5. Подтверждение 6. Окончательное суждение 7. Реализация принятого решения 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Мониторинг и анализ текущего состояния 2. Прогноз развития 3. Целеполагание 4. Выбор технологии деятельности 5. Планирование и распределение ресурса 6. Стимулирование (мотивация) 7. Контроль и оперативное управление 8. Рефлексия, анализ и улучшение деятельности 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Формулирование проблемы 2. Определение целей 3. Сбор информации 4. Разработка максимально-го числа альтернатив 5. Отбор альтернатив 6. Построение модели в виде уравнений, программ или сценария 7. Оценка затрат 8. Испытание чувствительности (параметрическое) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ проблемы 2. Определение системы 3. Анализ структуры системы 4. Формирование общей цели и критерия 5. Декомпозиция цели, выявление потребности в ресурсах и процессах 6. Выявление ресурсов и процессов 7. Прогноз и анализ будущих условий 8. Оценка целей и средств 9. Отбор вариантов 10. Диагноз существующей системы 11. Построение комплексной программы развития 12. Проектирование организации для достижения целей

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru