

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТАБЛИЦЫ УДК 007 КИБЕРНЕТИКА

Шапшева Н.П.

(Библиотека по естественным наукам РАН)

Белоозеров В.Н.

(ВИНИТИ РАН)

Существует несколько определений кибернетики. Наиболее распространенным определением является следующее: кибернетика — это наука об общих закономерностях процессов управления и передачи информации в живых системах, машинах и организациях. В таблицах УДК эти проблемы представлены в классе *519.7 Математическая кибернетика*. В этом классе, действительно, собраны все общие математические закономерности кибернетики.

Исследования конкретных кибернетических систем относятся к области прикладной кибернетики. По правилам УДК литература, посвященная прикладной кибернетике, должна собираться в классе применения. В таблицах УДК для некоторых отраслей знаний есть классы, отражающие прикладные вопросы кибернетики: 316.259 (Социология), 330.46 (Экономика), 621.391 (Электросвязь), 681.5 (Автоматика). При необходимости отразить вопросы кибернетики других отраслей знаний можно, использовав комбинированные индексы, в которых индекс *519.7 Математическая кибернетика* присоединяется через знак отношения к индексу данной отрасли знаний.

В таблицах УДК есть еще один класс, посвященный кибернетике в целом — класс 007. Рассмотрим подробнее, каким проблемам кибернетики посвящен этот класс. Класс 007 имеет следующую формулировку: *Деятельность и организация. Общая теория информации, связи и управления (Кибернетика)*. Недоумение вызывают первые слова формулировки — *Деятельность и организация*. Эти слова являются неоднозначными. Возникают вопросы: Чья деятельность? Организация чего?

Только прочитав всю формулировку класса 007 до конца, мы понимаем, что этот класс посвящен кибернетике, однако почему слово *кибернетика* стоит в самом конце формулировки класса да еще в скобках? Перед словом *кибернетика* приведено определение понятия *кибернетика* (хотя неполное). Но надо ли напоминать пользователям таблицы 007, что такое кибернетика? Мы полагаем, что в наше время уже каждый знает, какие проблемы изучаются в рамках кибернетики.

Составители таблиц УДК уже после выпуска нового издания не обходят своим вниманием таблицу 007. В [1] для формулировки класса 007 дано указание: исключить термин *информация*. В кибернетике информация — это ключевое понятие. Именно кибернетика показала, что управление — это информационный процесс. Управление осуществляется благодаря передаче информации. Мы считаем, что не было никаких объективных причин исключать слово *информация* из формулировки класса 007.

Перейдем теперь к рассмотрению конкретных подклассов таблицы 007. Эта таблица содержит всего три подкласса. Подкласс 007.2 имеет следующую формулировку: *Изменчивость физической конфигурации и состояния. Изменение состояния*. Мы считаем, что формулировка этого подкласса весьма расплывчата, потому что в ней не указано: конфигурация чего? состояние чего? Систематизатор должен сам догадаться, что речь идет о системах. Конфигурация и состояния любых систем рассматриваются в общей теории систем, развитой Людвигом фон Берталанфи, и можно сделать вывод, что подкласс 007.2 отражает некоторые фрагменты общей теории систем.

Подкласс 007.3 имеет формулировку: *Планирование, программирование и физическая организация изменчивости*. Мы можем сделать вывод, что этот подкласс представляет проблемы практической реализации необходимого разнообразия состояний систем. У. Р. Эшби, один из основателей кибернетики, сформулировал закон необходимого разнообразия состояний систем. Закон гласит: «Для эффективного управления системой необходимо, чтобы управляющая система имела разнообразие состояний равное или большее, чем разнообразие состояний

управляемой системы». Многие авторы на страницах своих учебников с названием типа *Теория систем и системный анализ* обсуждают закон Эшби как относящийся не к кибернетике, а к общей теории систем. Практическая реализация этого закона относится к системотехнике. Таким образом, мы делаем вывод, что подкласс 007.3 представляет отдельные проблемы системотехники.

Подкласс 007.5 имеет формулировку *Самодействующие системы*. Формулировки подклассов 007.51 и 007.52 указывают на то, что весь подкласс 007.5 посвящен техническим кибернетическим системам.

Итак, мы выяснили, что в классе 007 отражены следующие направления исследований:

1. Отдельные фрагменты общей теории систем (подкласс 007.2);
2. Отдельные фрагменты системотехники (подкласс 007.3);
3. Технические кибернетические системы (подкласс 007.5).

Мы предлагаем новую таблицу класса УДК 007, которая более полно представляет общую и прикладную кибернетику и ее методологию, включая тесно связанные с кибернетикой системные исследования. В таблицу 007 мы включили также классы *007.6 Информатика общая* и *007.7 Управление в целом*. Это сделано потому, что в рамках данных отраслей знаний развиты методологии, которые широко используются в прикладной кибернетике. Предлагаемая таблица приведена в Приложении.

Первый раздел отведён для общих работ по кибернетическим системам в целом. При систематизации все кибернетические системы в настоящее время принято делить на три основные группы: системы неживой природы, системы живой природы и системы антропогенной природы. Последний тип кибернетических систем включает в себя социальные, экономические и технические системы. Основатель кибернетики Н. Винер рассматривал только живые системы, машины и организации. Неживую природу он вообще не рассматривал.

Исследования систем неживой природы с использованием кибернетической методологии начались с 80-х

годов прошлого столетия. Сейчас активно развиваются исследования астрономических [3], физических [2], химических, геофизических [4] кибернетических систем. В нашей таблице эти исследования представлены комбинированными индексами, например 53:007.11 *Физические кибернетические системы*.

В действующих таблицах УДК в классах, посвященных биологии, медицине, экологии, психологии, нет ни одного индекса, в формулировку которого входило бы понятие *кибернетика*. Документы, относящиеся к различным направлениям биологической кибернетики, в БЕН РАН всегда систематизировали с помощью комбинированных индексов, в которых к индексу данной отрасли знаний через знак отношения присоединялся индекс 007. В нашей таблице исследования в области биокибернетики представлены специализированным подклассом 007.12 *Системы живой природы*.

Системы антропогенной природы — социальные, экономические и технические — хорошо представлены в нынешних таблицах УДК. В нашей таблице общим работам по кибернетическим системам антропогенной природы выделен подкласс 007.13 *Системы антропогенной природы*. Подклассы для социальных и экономических систем в официальных таблицах УДК приведены в соответствующих ссылках нашей таблицы. Для технических кибернетических систем наиболее общим классом действующих таблиц УДК является класс 681.5 *Техническая кибернетика*. Однако не вся техническая кибернетика может быть представлена этим классом. Автоматизированные (человеко-машинные) кибернетические системы в этот класс не попадают. Поэтому мы ввели в нашей таблице подкласс 007.131 *Технические системы. Техническая кибернетика*.

Теория систем в официальных таблицах УДК представлена двумя подклассами (социологии и экономики); они указаны в соответствующих ссылках нашей таблицы. Общие вопросы теории систем и системного анализа в официальных таблицах УДК не представлены совсем. В БЕН РАН уже давно систематизируют такую литературу либо в класс 519.7 *Математическая кибернетика*, либо в 007 *Кибернетика*. Никакого чёткого параметра, который

позволил бы нам для документа однозначно выбирать один из этих двух классов, мы так и не нашли.

Для выяснения иерархических взаимосвязей между кибернетикой, общей теорией систем и системным анализом нам пришлось просмотреть много учебников с названием *Теория систем и системный анализ*. Мнения большинства авторов этих учебников были внутренне противоречивы, вплоть до утверждения, что кибернетика, будто бы, уже полностью вошла в системный анализ. Наконец, в учебнике В.Н. Волковой [5] мы обнаружили четкую характеристику всех областей системных исследований, включая общую теорию систем и системный анализ. Согласно В. Н. Волковой, существуют пять дисциплин: общая теория систем, системный подход, системология, системный анализ и системотехника. Все эти области исследований совершенно самостоятельны. Они не входят в кибернетику, и кибернетика, естественно, в них не входит, но широко использует принципы и методологии, которые разработаны в рамках этих дисциплин. Объединить эти направления исследований можно только под названием *Системные исследования*. В нашей таблице системные исследования представлены подклассом *007.4 Системные исследования*. Охарактеризуем коротко эти направления исследований.

Общая теория систем была создана Людвигом фон Берталанфи. В этой теории рассматриваются общие вопросы сложных систем, независимо от их природы: структура систем, классификация систем, закономерности функционирования и развития систем, состояния систем, типы представления систем и т.п. В нашей таблице эта наука представлена подклассом *007.41 Общая теория систем*. Этот подкласс вводится вместо подкласса *007.2* нынешних таблиц УДК, который посвящен только нескольким частным вопросам общей теории. Остальные четыре направления системных исследований развились на основе общей теории систем.

Системный подход является областью системных исследований, в рамках которой проводится качественное рассмотрение конкретных типов сложных систем на основе общей теории систем. В нашей таблице это направление представлено подклассом *007.42*.

В *системологии* общая теория систем разрабатывается как новая логико-математическая дисциплина, в которой под философское понятие системы подводится математический или физико-математический базис. Формализация общей теории систем не реализована до сих пор полностью, но работы в этом направлении продолжают-ся. В нашей таблице системология представлена подклассом *007.43 Системология*.

Системный анализ считается самым конструктивным из всех системных исследований. Он включает все принципы и методологии двух классов: *519.8 Исследование операций* и *517.977.1 Общая теория систем управления и управляемость*. Системный анализ применяется для всех систем независимо от их природы. В его рамках разработаны методологии для анализа сложных систем, т.е. методологии для определения структуры систем, целей систем и средств их достижения, функций управления систем и т.п. Основным методом системного анализа является моделирование. В нашей таблице системный анализ представлен подклассом *007.44 Системный анализ*.

В *системотехнике* изучаются реальные сложные технические и человеко-машинные комплексы, т.е. изучается их конструирование, которое включает методологии поиска системных характеристик конструируемого объекта и методы формирования эффективной системы процедур конструирования. Иногда системотехника рассматривается более широко, и тогда к ней относят изучение всех стадий жизненного цикла систем, т.е. кроме конструирования системных объектов также процессы их испытания, производство, установку, эксплуатацию и демонтаж. На стадии исследования систем используются методы системного анализа. В нашей таблице системотехника представлена подклассом *007.45*. Этот подкласс вводится вместо подкласса *007.3* действующих таблиц УДК, который посвящен только нескольким вопросам системотехники, а именно, разным способам изменения разнообразия состояний систем.

Кибернетика изучает процессы управления на основе информации, поэтому кибернетику определяют также как науку о методах восприятия, передачи, хранения,

обработки и использования информации для управления в живых организмах, машинах и организациях. Это определение почти полностью совпадает с одним из определений информатики, и кибернетика пользуется всеми методологиями, развитыми и развиваемыми в рамках информатики.

Авторы различных научно-технических работ называют информатикой разные области исследований. Значение термина *информатика* — автоматизация информационных процессов — допускает расширительное толкование понятия. Автоматизация информационных процессов возможна не только с помощью компьютера. Для техногенных систем автоматизация информационных процессов (без участия компьютеров) происходит в телекоммуникационных системах, при любых измерениях разных величин, в управлении и т.д. Кроме того, автоматизация информационных процессов возможна не только для техногенных информационных процессов. В живых организмах также осуществляется автоматизация информационных процессов, в частности, саморегуляция при функционировании организма, преобразование информации от органов восприятия в образы реального мира, развитие организма из оплодотворенной яйцеклетки на основе генетической информации и т.д. Всё это свидетельствует о том, что информатика естественно входит в круг кибернетических дисциплин.

В нашей таблице информатика представлена подклассом 007.6 *Общая информатика*. Значение понятия *информатика* в нашей таблице полностью основано на приведенном ниже определении Колина К.К. Деление этого подкласса мы провели на основе [6].

Главный научный сотрудник Института проблем информатики РАН К.К. Колин в [6] дает обзор современного развития информатики и прогноз ее развития в будущем. Автор говорит о превращении информатики в фундаментальную науку о закономерностях информационных процессов в природе и обществе и дает в [9] развернутое определение информатики: «Объектами изучения информатики как фундаментальной науки являются основные свойства информации, закономерности процессов информационного взаимодействия в природе и обществе,

а также методы организации этих процессов в технических, биологических и социальных системах. Таким образом, информатика сегодня должна изучать не только инструментально-технологические проблемы сбора, хранения, обработки и передачи информации в компьютерных информационно-коммуникационных и других технических системах, но также информационные процессы в живой и неживой природе и в человеческом обществе».

Понятие *биологическая информатика* в настоящее время является неоднозначным. Одни ученые считают, что к биоинформатике относятся только работы, посвященные обработке биологической информации с помощью ЭВМ. Другие ученые считают, что биоинформатика помимо компьютерной обработки биологической информации включает также исследования обработки информации живыми организмами на всех уровнях: клетками, органами, организмами, популяциями. В подклассе 007.62 нашей таблицы термин *биоинформатика* употреблен в широком значении слова и соответствует следующему определению:

Биоинформатика — это наука, изучающая общие закономерности и особенности реализации информационных процессов в биосфере, а также применение технических средств (в том числе компьютеров) для обработки биологической информации.

В нашей таблице подкласс 007.64 представляет обобщающие теории информации. Эти теории очень интересны, но они дискуссионны.

Подкласс 007.7 *Управление в целом* введен в нашу таблицу, потому что в БЕН РАН есть трудность с систематизацией документов, посвященных одновременно разным направлениям исследований проблемы управления. В частности, в нашу библиотеку регулярно приходят сборники работ сотрудников Института проблем управления РАН. Статьи таких сборников посвящены самым разным проблемам управления, не только кибернетике. Сейчас мы систематизируем такие документы в подкласс 061.62 *Научно-исследовательские институты*. К индексу этого подкласса необходимо присоединять через знак отношения индекс, соответствующий управлению в целом. Однако в официальных таблицах УДК отсутствует

такой индекс. Также здесь нет общего определителя для понятия *управление*. Введение подкласса 007.7 в нашу таблицу поможет разрешить эту проблему.

Необходимо подчеркнуть, что понятия *управление в целом* и *кибернетика* не являются синонимами. Кроме кибернетики существует еще много дисциплин, посвященных проблемам управления. Кибернетика отличается от других наук об управлении (близких ей по исследуемым объектам) тем, что в ней процесс управления рассматривается исключительно как информационный и вводится понятие обратной связи. В других науках об управлении используются другие подходы к изучению проблемы управления.

В официальных таблицах УДК синергетика представлена только одним подклассом 530.192 *Синергетика*. Этот подкласс был введен в 2009 г. и представляет проблемы синергетики только в физике. Мы считаем, что некорректно использовать этот индекс для создания комбинированных индексов, когда мы систематизируем документы по синергетике в других отраслях знаний. Документы по синергетике сотрудники БЕН РАН систематизировали путем присоединения сокращения Syn (это сокращение английского слова Synergetics) к соответствующему индексу таблиц УДК. В новой таблице синергетика представлена собственным подклассом 007.71 *Синергетика в целом*.

Литература

1. УДК. Изменения и дополнения. — М.: ВИНТИ, 2003. — Вып.2. — С. 57.
2. Фрадков А.Л. Кибернетическая физика. — СПб.: Наука, 2003. — 208 с.
3. Седов Е.А. Вселенная как самоорганизующаяся кибернетическая система // Ж. Всесоюзн.хим. о-ва им. Д.И.Менделеева. — 1980. — Т. 25, № 4. — С. 440-443.
4. Гаскаров Д.В. и др. Введение в геофизическую кибернетику и экологический мониторинг. — СПб.: СПГУВК, 1998. — 166 с.

5. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ: уч. пос. — М.: Изд-во Юрайт, 2010. — 679 с.
6. Колин К.К. Эволюция информатики и проблемы формирования нового комплекса наук об информации // Научно-техническая информация. Серия 1. Организация и методы информационной работы. — 1995. — N: 5. — С. 1-7.
7. Макарьева А.М., Горшков В.Г. Информация в живой и неживой природе // Экология и образование. — 2001. — N: 1/2. — С. 12-18.
8. Бондаревский А.С. Системная информатика, или информатика как наука. // Международная научная школа «Микроэлектронные информационно-управляющие системы и комплексы»: Материалы научной школы. — М.: МИЭТ, 2010. — С. 30 — 37.
9. Колин К.К. Философские проблемы информатики. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. — 264 с.

Приложение

Проект совершенствования класса УДК 007

007 ОБЩАЯ И ПРИКЛАДНАЯ КИБЕРНЕТИКА. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СВЯЗИ И УПРАВЛЕНИЯ. СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. ИНФОРМАТИКА ОБЩАЯ.

Методические указания

В классе 007 собирается литература по общим и прикладным вопросам кибернетики, а также по наукам, в рамках которых разработаны методологии, нашедшие широкое применение в прикладной кибернетике: системные исследования, информатика общая, управление в целом.

Основные деления

007.1 Прикладная кибернетика в целом. Типы кибернетических систем

007.4 Системные исследования

007.6 Информатика общая

007.7 Управление в целом

007.1 Прикладная кибернетика в целом. Типы кибернетических систем

Основные типы кибернетических систем представлены в подклассах 007.11,

007.12 и 007.13. Здесь собирают документы по общим вопросам этих типов кибернетических систем. Документы по кибернетическим системам конкретных отраслей знаний систематизируют в классы соответствующей отрасли знаний. В тех случаях, когда индексы УДК для кибернетических систем данной отрасли знаний отсутствуют, применяют комбинированные индексы, в которых индекс подкласса 007.1 присоединяют к индексу данной отрасли знаний
→ 519.7 **Математическая** кибернетика

Специальные определители

007.1.01 Детерминированные системы

007.1.02 Стохастические системы

007.1.03 Детерминированно-стохастические системы

007.1.04 Автоматические системы

- 62-52 Автоматически контролируемые, регулируемые или управляемые машины и процессы
- 681.51 Системы автоматического управления. Кибернетические характеристики систем
- 007.1.05 Автоматизированные системы
- 004.93'1 Распознавание образов. Сопоставление с эталоном
- 331.101.1 Эргономика
- 519.816 Теория принятия решений
- 007.1.06 Организационные системы
- 005.7 Организационное управление
- 007.11 Системы неживой природы
- Для кибернетических систем конкретных областей знаний применяют комбинированные индексы. Например:
- 52:007.11 Астрономические кибернетические системы
- 53:007.11 Физические кибернетические системы
- 54:007.11 Химические кибернетические системы
- 55:007.11 Геологические кибернетические системы
- 007.12 Системы живой природы. Биокибернетика
- Для биокибернетических систем конкретных областей знаний применяют комбинированные индексы. Например:
- 159.9:007.12 Психологическая кибернетика
- 502/.504:007.12 Экологическая кибернетика
- 61:007.12 Медицинская кибернетика. Клиническая кибернетика
- 612:007.12 Физиологическая кибернетика
- 612.8:007.12 Нейрокибернетика
- 57.05 Принципы регуляции на различных уровнях (Биология)
- 007.13 Системы антропогенной природы
- 316.259 Кибернетические направления, общая теория систем и теория игр в социологии — Дейч, Раппопорт.
- 330.46 Теория систем, теория управления и кибернетика в экономике.
- Экономическая кибернетика
- 007.131 Технические системы. Техническая кибернетика
- Этот подкласс посвящен автоматическим и автоматизированным системам в целом. Класс 681.5 посвящен только автоматическим кибернетическим системам.
- 621.391 Общая теория связи. Кибернетика. Теория информации и теория сигналов применительно к электро-связи

→ 681.5 Автоматика. Теория, методы расчета и аппаратура систем автоматического управления и регулирования. Техническая кибернетика. Техника автоматизации

007.4 Системные исследования

→ 316.259 Кибернетические направления, общая теория систем и теория игр в социологии — Дейч, Раппопорт

→ 330.46 Теория систем, теория управления и кибернетика в экономике.

Экономическая кибернетика

007.41 Общая теория систем (Людвиг фон Берталанфи)

Здесь рассматриваются общие вопросы сложных систем независимо от их природы: структура систем, классификация систем, закономерности функционирования и развития систем, типы представления систем и т.п.

Этот подкласс вводится вместо подкласса 007.2, который посвящен только отдельным вопросам общей теории систем.

007.42 Системный подход

В работах этого направления проводится качественное рассмотрение конкретных типов сложных систем с точки зрения общей теории систем.

007.43 Системология

В рамках этого направления разрабатывается общая теория систем, в которой под философское понятие системы подводится математический или физико-математический базис.

007.44 Системный анализ

Этот подкласс включает все принципы и методологии классов:

519.8 Исследование операций и 517.977.1 Общая теория систем управления и управляемость. Основным методом системного анализа является моделирование.

007.441 Физическое моделирование

007.442 Математическое моделирование (методы математического анализа, статистические, теоретико-множественные, логические методы и.п.)

007.443 Неформализованные методы моделирования (мозговой штурм, сценарии, экспертные оценки, морфологический метод и т.п.)

007.444 Специальные методы моделирования (имитационное, информационное, ситуационное, структурно-лингвистическое и т.п.)

→ 004.94 Имитационное компьютерное моделирование

007.445 Моделирование физических процессов

007.446 Моделирование логических процессов

→ 519.876.2 Моделирование процессов управления

007.45 Системотехника

В работах этой области исследований разрабатываются методологии проектирования и синтеза реальных сложных систем. Этот подкласс вводится вместо подкласса 007.3 действующих таблиц УДК, который посвящен только методам изменения разнообразия.

007.6 Информатика общая. Информация и информационные процессы

007.61 в неживой природе. Минероинформатика

007.62 в живой природе. Биологическая информатика

В этом подклассе понятие биоинформатика использовано в широком значении слова.

→ 57.016.3 Информационная функция

→ 575.112 Биоинформатика

007.63 в системах антропогенной природы

→ 330.47 Теория информации в экономике. Экономическая информатика

007.631 в социальных системах. Социальная информатика

→ 316.77 Социальная коммуникация. Социология коммуникации

007.632 в технических системах. Техническая информатика

К этому подклассу относятся работы, рассматривающие технические средства обработки информации в целом, включая средства вычислительной техники.

→ 004 Информационные технологии. Вычислительная техника. Теория,

технология и применение вычислительных машин и систем

→ 621.39 Электросвязь. Телеграфная связь. Телефонная связь. Радиосвязь.

Техника и аппаратура для передачи изображений. Телеуправление

007.64 Специальные обобщающие теории информации

Например, информациология И.И.Юзвизиной.

→ 519.72 Теория информации (математические вопросы)

007.65 Теория сигналов в целом

→ 621.391 Общая теория связи. Кибернетика. Теория информации и теория сигналов применительно к электро-связи

007.7 Управление в целом

→ 005.7 Организационное управление

→ 517.977 Математическая теория управления. Оптимальное управление

→ 519.71 Теория управляющих систем (математические вопросы)

→ 62-52 Автоматически контролируемые, регулируемые или управляемые машины и процессы

→ 681.51 Системы автоматического управления. Кибернетические характеристики систем

007.71 Синергетика в целом. Синергетическое управление. Самоорганизация нелинейных неравновесных систем

→ 530.192 Синергетика (Физика)