

О ПРОБЛЕМЕ АКСИОМАТИЧЕСКОГО ПОСТРОЕНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ НАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ*

В.Н. ВОЛКОВА¹, Ю.Ю. ЧЕРНЫЙ²

¹ Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет.
violetta_volkova@list.ru

² Институт научной информации по общественным
наукам РАН, (г. Москва).
yuri.chiorny@mail.ru

Обсуждаются сложности проблемы разработки аксиоматики междисциплинарных научных направлений. Рассматривается возможность формирования аксиоматики таких дисциплин в форме многоуровневого, стратифицированного упорядочения аксиом в соответствии с уровнями сложности систем, их классификацией по степени неопределенности, организованности и другим признакам.

Ключевые слова: аксиома, аксиоматика, классификации проблем, классификации систем, междисциплинарные направления, система, стратифицированное представление.

Существуют различные подходы к определению этапов становления научной теории. В частности, на основе обобщения обзоров становления различных наук, приводимых в БСЭ, в некоторых работах предлагается рассматривать следующие обобщенные этапы [1]:

- обобщение, систематизация и классификация накапливаемых знаний: определение места науки среди других научных направлений;
- углубленное изучение основных объектов и процессов предметной области научного направления (структуризация, морфологическое, логико-лингвистическое, семиотическое отображение и исследование);

- формирование научной методологии и методик исследования объектов и процессов научного направления, стремление использовать методы точных наук, применение формальных методов и моделей;
- выработка понятий, категорий, методологических установок, создание теоретических концепций, формирование категориального аппарата научного направления.

И.М. Зацман [4], опираясь на концепцию **А. Соломоника** [11], предлагает рассмотреть возможность формирования методологии и аксиоматики единой информатики и выделяет следующие этапы

- философские основания;
- аксиоматика;
- классификация объектов исследования, процессов и исследование с указанием сред (ментальной, социально-коммуникационной, цифровой\электронной или материальной), к которым они относятся (добавлено И.З.);
- система терминов.

Мы предлагаем сосредоточить внимание на отдельном, но исходно важном аспекте научной деятельности: на *системе аксиом* любого научного исследования, и предлагаем гибкую (и развиваемую) систему аксиом для складывающейся сейчас отрасли междисциплинарных и наддисциплинарных знаний – системологии.

Уже первые попытки К. Шеннона построить общую теорию информации показали, что получение *апостериорной* информации (извлечение новой информации о реальности из наблюдений над ней) возможно только на основе информации *априорной* (до-опытной, исходной). Для научных исследований априорная информация состоит из аксиом (положений, считающихся неоспоримыми истинами) и гипотез (предположений, подлежащих экспериментальной проверке).

Аксиоматический метод – важный научный инструмент. Большинство направлений современной математики, современной физики строятся на основе аксиоматического метода.

«Аксиоматика (axiomatique) – совокупность аксиом, а иногда, в широком смысле, и совокупность выводов, которые можно сделать из этих аксиом, не прибегая к эмпирическим данным. Аксиоматика есть формальная гипотетико-дедуктивная система» [8].

Примером строгой аксиоматики являются основания математики. Общеизвестны аксиомы **Евдокса – Евклида Евдокс Книдский**. сформулировано описание общего понятия величины посредством 5 аксиом. **Евклид** в 13 книгах по математике, объединенных под названием «Начала», основы античной математики изложил на базе строго логического вывода теорем из системы определений, постулатов и аксиом. Система аксиом и постулатов со време-

нем видоизменялась и дополнялась. Аксиоматика элементарной геометрии содержит около двух десятков аксиом, аксиоматика числового поля – 9 аксиом. Важную роль в современной математике играет аксиоматика группы, аксиоматика метрического и векторного пространств и др. **С.Н. Бернштейн** и **А.Н. Колмогоров** сформулировали аксиоматические основания теории вероятностей. Существует аксиоматика теории множеств.

В логике известны аксиомы (законы формальной логики) **Аристотеля**, которые являются основой *дедуктивной* науки. Аксиоматикой алгебры логики определяется понятие *логического базиса* (который должен содержать: хотя бы одну функцию: не сохраняющую константу единица, не сохраняющую константу ноль, нелинейную, немонотонную, несамодвойственную) и *законами (теоремами)* алгебры логики.

В то же время высказываются суждения о том, что *«если бы логика сводилась только к аксиоматике, она не могла бы претендовать на истинность ... Ценность аксиоматики прямо пропорциональна ее разумности»* [8]. Однако противопоставление логики и аксиоматики нелогично. Логика – правила вывода. Аксиомы – априорные предположения. Аксиомы не являются логическими выводами, но участвуют в дальнейших логических рассуждениях о чём-то другом (например, о результатах эксперимента или о других аксиомах).

Когда в точных науках желают прийти к убедительному умозаключению, начинают это делать на основе *скрытых посылок*, на предположениях, которые не требуют доказательств, т.е. формируют аксиоматику. После этого считается, что рассуждения могут быть безошибочны, совершенны. В аксиомах не принято сомневаться. Однако в 1931 г. австрийский математик **К. Гёдель** сформулировал и доказал знаменитую теорему о неполноте. Она гласит, что в рамках любой формальной системы, сколь бы полной и непротиворечивой она ни казалась, всегда есть положения, истинность или ложность которых нельзя доказать или опровергнуть средствами этой системы.

Таким образом, любая аксиоматизируемая теория является то ли неполной, то ли противоречивой. Неполнота означает наличие высказываний, которые нельзя ни доказать, ни опровергнуть, исходя из аксиом этой теории. Противоречивость – возможность доказать любое высказывание: как истинное, так и ложное. Такова природа человеческого познания: вечная неполнота наших конечных знаний о бесконечно сложной реальности и вечная обречённость на то, что некоторые наши знания являются ошибочными.

С учетом сказанного понятие аксиоматики начинают трактовать в более широком смысле. **Например:** «Аксиома – априорное суждение рассудка, обобщающее опыт абстрактного мышления в данной области познания – точка отсчета, исходная логическая посылка, лежащая в основе

всех других положений данной теории» [9]. При этом формулируются аксиомы *материализма* и *диалектики*, которые, взятые в единстве, составляют онтологическую, диалектико-материалистическую *аксиоматику* – учение об исходных концептуально-методологических установках.

В данной статье мы попытаемся обсудить проблемы аксиоматики таких междисциплинарных направлений, как теория систем и информатика.

Теория систем имеет длительную историю развития. Однако и к настоящему времени не завершено аксиоматическое построение этой теории. В теории систем так же, как в информатике, образовались различные направления, основанные на разных классификациях систем и проблем.

По существу, исходные классификации являются первичной формой аксиоматики любого научного направления. Основной идеей данной работы является то, что построение аксиоматики складывающейся новой отрасли знаний – междисциплинарной и над-дисциплинарной области знаний, которую можно назвать нередко используемым обобщающим термином «*системология*» (охватывающим общую теорию систем, информатику, кибернетику, синергетику, теорию управления, экологию, политику, теорию познания, прикладную философию, и пр.), – возможно на основе стратифицированной иерархической классификации проблем и систем, связанной с уровнями развития материи и сознания.

Рассмотрим некоторые из уже предложенных классификаций, сосредоточившись на ветви иерархии «теория систем и информатика».

В одной из наиболее полных и интересных классификаций систем *по уровням сложности* **К. Боулдинга** [5] предлагается выделять уровни, приведенные в табл. 1. При этом каждый последующий класс включает в себя предыдущий, характеризуется большим проявлением свойств открытости, более сложными «механизмами» функционирования и развития, большим обменом информацией со средой.

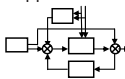
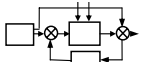
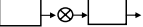
На уровне неживой природы для классификации предлагаются признаки, основанные на фундаментальных принципах теории автоматического управления – программное управление, управление по отклонениям (модель обратной связи) и модель, сочетающая принцип управления по отклонениям и компенсационное управление (или управление с упреждением) путем включения в модель блока компенсации, измеряющего помехи и вырабатывающего рекомендации по корректировке закона управления. А для последующих классов живых систем в качестве признака классификации выбран признак «обмен информацией со средой», а затем добавлен признак – наличие «создания» и «самосознания».

Можно рассмотреть и возможность стратификации на основе классификации проблем и систем. Основные классификации и их сопоставление приведены в табл. 2, первые три столбца.

Для исследования и объяснения процессов на разных уровнях развития материи применяются различные концепции (табл. 1). Эти концепции базируются на различных принципах. Для разных классов проблем и систем (табл. 2) тоже необходимы различные аксиоматики.

Таблица 1

Классификация систем по К. Боулдингу

Тип системы	Уровень сложности	Примеры	Концепции, модели
Живые системы	Трансцендентные системы или системы, лежащие в настоящий момент вне нашего познания		Интегральные концепции
	Социальные системы	Социальные организации	Социологические концепции Интегральные концепции
	Системы, характеризующиеся самосознанием, мышлением и нетривиальным поведением	Люди	Физиологические, психологические концепции
	Живые организмы с более развитой способностью воспринимать информацию, но не обладающие самосознанием	Животные	Биологические концепции и модели
	Живые организмы с низкой способностью воспринимать информацию	Растения	Химические и биологические концепции и модели
	Открытые системы с само-сохраняемой структурой (первая ступень, на которой возможно разделение на живое и неживое)	Гомеостат Клетки	Кибернетические модели 
Неживые системы	Кибернетические системы с управляемыми циклами обратной связи	Термостат	Модель обратной связи 
	Простые динамические структуры с заданным законом поведения	Часовой механизм	Модели спец. дисциплин Программное управление 
	Статические структуры (остовы)	Кристаллы	Физико-математические концепции и модели

В правой части табл. 1 приведены возможные концепции для разных уровней развития материи. В правом столбце табл. 2 – аксиоматики для классификации проблем и систем.

Таблица 2

Классификации проблем и систем

Признаки классификации			Методы моделирования
Степень неопределенности	Сструктурированность	Степень организованности	
С достаточной определенностью	Хорошо структуризованные	Хорошо организованные	Аксиоматика Евклида (Евдокса) Аксиомы формальной логики Аристотеля
С неопределенностью	Плохо структуризованные	Плохо организованные или диффузные	Аксиоматика С. Н. Бернштейна и А. Н. Колмогорова. И др. Теорема Бернулли Статистические закономерности Понятие «репрезентативная выборка»
С большой начальной неопределенностью	Неструктуризованные	Самоорганизующиеся или развивающиеся	Аксиомы логического базиса и законы алгебры логики Аксиоматика теории множеств Законы диалектики Закономерности теории систем

Аналогично можно предположить, что для информатики также можно предложить гипотезу стратифицированной аксиоматики. Теория информации первоначально возникла как наука о передаче-приеме информации, потом стал использоваться термин «информатика», который также применялся в разных смыслах. Анализ возникновения и трансформации понятия «информатика» [2, 6] показывает, что к настоящему времени параллельно развиваются различные направления наук об информации.

Существует концепция, в соответствии с которой можно констатировать, что сложилось три разных научных направления – с собственными предметными областями, лидерами, научно-исследовательскими учреждениями, периодическими изданиями, учебными курсами [13]:

- Теория научно-информационной деятельности (информатика-1).
- Наука о вычислительных машинах и их применении (информатика-2).
- Фундаментальная наука об информационных процессах в природе, обществе и технических системах (информатика-3).

При этом информатика-3 отнюдь не «отменила» информатику-2, подобно тому, как информатика-2 в свое время не «отменила» информатику-1.

Предлагаются различные варианты структуризации предметной области информатики [7, 14 и др.]

Это и подтверждает мнение о том, что аксиоматика системологии должна иметь стратифицированный, иерархический характер, поскольку *«... подобно тому как музыка может рождаться из природной стихии в результате подражания ей (например, из шума прибоя), возможно допустить наличие некоторой протоинформации в живой или даже неживой природе. Вероятно, между человеческим сознанием как частью природы и другими натуральными феноменами нет непроходимой границы. А потому на низших эволюционных уровнях информация оказывается тоже присутствующей, «разлитой», хотя и не в столь явной форме, когда речь идет о смысле, представленном в человеческом сознании»* [15].

Аналогичные проблемы возникают и в других междисциплинарных научных направлениях. При этом можно попытаться за основу взять классификацию **К. Боулдинга**, связав аксиоматики с уровнями развития материи.

Однако для текущего периода развития единой науки об информации представляется приемлемым построить стратифицированную аксиоматику на основе первого определения информатики, предложенного **Ф. Е. Темниковым** [13], в котором была сформулирована концепция информатики как *теории информационных элементов, теории информационных процессов и теории информационных систем*. Это определение можно квалифицировать как соответствующее аксиоматическому подходу, поскольку он вначале хотел определить названия компонентов – *элементы, процессы, системы*, – не перечисляя их, а определяя *теоретические направления* для их исследования, основанные на определенных принципах или даже *аксиоматиках*), хотя этот термин Ф.Е. Темников не использовал. По существу, это есть констатация того, что *любая информация о чём бы то ни было представляется в виде трёх моделей (чёрного ящика, состава и структуры) системы либо в статическом, либо (при необходимости) в динамическом варианте* [12].

Пример возможной многоуровневой аксиоматики, соответствующей определению **Ф.Е. Темникова**, приведен в табл. 3.

Таблица 3

Многоуровневая аксиоматика, соответствующая определению Ф. Е. Темникова

Системы	Закономерности теории систем Законы диалектики Аксиоматика теории множеств
Процессы	Аксиоматика формальной логики Аристотеля
Элементы	Аксиоматика формальной логики Аристотеля Аксиоматика Евклида-Евдокса

В заключение хотим обсудить некоторые направления развития предлагаемой иерархической аксиоматизации системологии. Многие вопросы возникли в ходе переписки авторов в процессе работы над статьёй.

В частности, обсуждалась следующая проблема. Если принять, что аксиомы вводятся как идеальные объекты фундаментальной науки, то в теории передачи-приема информации существует вполне определённое и конечное число разновидностей информационных операций (рассматриваемых как идеальные объекты – канонические классы), т.е. можно считать, что существует аксиоматика информационных операций. Но необходимо продолжить разработку аксиоматики потребительских свойств информации, которая была начата в дискуссиях о ценности информации в 1960-х гг.

Один из авторов статьи считает, что практически любая система (компьютерная, библиотечная, экономическая, юридическая и любая другая) притеоретическом анализе сводится к этим классам (идеальным объектам) – «гомогенизируется». Так происходит в любой развитой науке. И тогда, казалось бы, достаточно классического подхода, а диалектическая логика здесь вряд ли нужна. Второй автор считает, что при формальном подходе может получиться только компьютерика. Семантическая информатика требует диалектической логики. Скорее всего, в каждом мнении есть своя доля истины.

Относительно простые и единые основания информатики проявляются в различных средах (так называемый средовый подход). Нужно ли вводить для различных сред (неживая природа, живая природа, общество) представления об эквивифинальности. Речь идёт о применении (модификации) единых принципов применительно к различным средам. Действительно, с помощью понятия эквивифинальности, видимо, можно решать проблемы в любой науке.

Обсуждался также вопрос о том, нужно ли устанавливать жесткое число уровней эквивифинальности, конечное число аксиом. И мы склоняемся к мнению, что следует принять многоуровневую аксиоматику как развивающуюся, в которой может изменяться число уровней, количество аксиом.

Дискуссию вызывал и вопрос о применении диалектической логики в качестве аксиоматики. Законы диалектики *Г. Гегеля* пока еще не рассматривались как аксиомы. В то же время если принять формализованное представление законов диалектики, предлагаемое *А.А. Денисовым* [3], то их вполне можно считать формализованной системой аксиом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волкова В.Н. Концепции современного естествознания. – М.: Высшая школа, 2009. – 286 с.

2. *Волкова В.Н.* Теоретические основы информационных систем. – СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2012. – 280 с.

3. *Денисов А.А.* Современные проблемы системного анализа: Информационные основы. – СПб.: Изд-во политехн. университета, 2005. – 295 с.

4. *Зацман И.М.* Построение системы терминов информационно-компьютерной науки: проблемно-ориентированный подход // Теория и практика общественно-научной информации: сб. – М., 2013. – Вып 21. – С. 120–159.

5. *Исследования по общей теории систем* / под ред. В. Н. Садовского и Э. Г. Юдина. – М.: Прогресс, 1969. – С. 106–124.

6. *Колин К.К.* Теоретические проблемы информатики. Т. 1: Актуальные философские проблемы информатики / под ред. К.И. Курбакова. – М.: КОС ИНФ, 2009. – 222 с.

7. *Колин К. К.* О структуре научных исследований по комплексной проблеме «Информатика» // Социальная информатика: Сб. науч. тр. – М., 1990. – С. 24.

8. *Конт-Спонвиль Андре.* Философский словарь / Пер. с фр. Е.В. Головиной. М., 2003.

9. *Кузьмин Е. С.* Система «Человек и мир»: монография : В 2 т. / науч. ред. В. И. Березовский. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. – Т. 1, 2. – 314 с.

10. *Применение теории систем и системного анализа для развития теории инноваций* / под ред. В. Н. Волковой и Э. А. Козловской. – СПб.: Изд-во политехн. университета, 2013. – 352 с.

11. *Соломоник А.* Парадигма семиотики. – Минск: МЕТ, 2006. – 384 с.

12. *Тарасенко Ф. П.* Прикладной системный анализ: Наука и искусство решения проблем: учебник – Томск.: Изд-во Том. ун-та. 2004. – 186 с.

13. *Темников Ф. Е.* Информатика // Известия вузов. Электромеханика. – 1963. – № 11. – С. 1277.

14. *Черный Ю.Ю.* Полисемия в науке: когда она вредна? (на примере информатики) // Открытое образование = Open education. – М., 2010. – № 6. – С. 97-107 [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ejoe.ru/i-joe/i-joe_01/files/chorniy.pdf.

15. *Черный Ю. Ю.* Послесловие к 7-му заседанию семинара «Методологические проблемы наук об информации» // Теория и практика общественной научной информации: сб. науч. тр. / РАН, ИНИОН; Редкол.: Черный Ю.Ю. (гл. ред.) и др. – М., 2014. – Вып 22.