

Тарароев Я.В.

Аксиоматический метод в современной космологии

Современная космология, стремительно развиваясь за последние два десятилетия, существенным образом изменила наши представления о Вселенной и о мире в целом. Однако, за столь кардинальные изменения в наших представлениях, современная космология вынуждена была заплатить достаточно "высокую цену", введя как предмет своего рассмотрения объекты, эмпирически не верифицируемые в сколь угодно обозримом будущем. Образно говоря, в поле эмпирического исследования современной космологии появились существенные "дыры". Рассмотрение механизма латания этих "дыр" необходимо начать с фиксации одного требования – полученное в результате знание должно быть полноценно научным и по возможности достоверным. На наш взгляд, для уяснения того, как это требование может быть соблюдено, необходимо рассмотреть параллель между развитием математики и космологии, тем более что ещё со времени поздней античности математические построения были неотъемлемой и составной частью всякой космологии.

Проблема взаимосвязи математики и космологии не является новой. Например, в монографии А. Н. Павленко (см. [6]) она является центральной. Точнее говоря, там рассматривалось влияние на развитие европейской космологии в целом пифагорейско-платоновской школы, которая видела свою задачу в том, чтобы описать мир числом и посредством числа. Одним из выводов данной монографии является тезис о весомости и значимости математического подхода в *эволюции* космологических знаний. Приняв его как один из тезисов в поддержку возможности аналогий метода математики и космологии, для большей убедительности укажем ещё основные тезисы, подтверждающие возможность таких аналогий и параллелей:

1. Взаимосвязь математики и космологии (см. например [9]).
2. Отсутствие *конкретных* эмпирической базы (в математике всегда (см. например [4]), в космологии только в особых случаях, на неопределённое время).
3. Научный статус как одной, так и другой дисциплины.

Общеизвестно (см. [5]), что основным методом математики есть аксиоматический метод. В силу всех вышеперечисленных причин, на наш взгляд, этот метод может считаться наиболее продуктивным в решении вышеуказанной задачи. Напомним, что его суть заключается в том, что "... в основу теории кладутся некоторые исходные положения, называемые аксиомами, истинность которых представляется наглядно очевидной" [5 с. 45]. Конечно же, данная работа не претендует на полное и окончательное построение космологии данным методом, тем более, как ясно из вышесказанного, он может выступать как вспомогательный, скорее её целью является дать некоторые общие наметки и замечания.

Прежде всего, необходимо подчеркнуть, что элементы аксиоматического метода присутствовали в космологии всегда. Для того чтобы убедиться в этом, достаточно привести несколько примеров из её истории.

1. Выбор между геоцентризмом и гелиоцентризмом. По сути своей и та, и другая модель строится именно таким методом. В качестве аксиомы выбирается центральное положение Земли или Солнца, а положение планет выводится из этой аксиомы логической дедукцией. Следует подчеркнуть характерную особенность этих методов – их тождественность, как в первом, так и во втором случае. Теория эпициклов, используемая Птолемеем и Коперником (который был вынужден оставить небольшое количество эпициклов для приведения в соответствие с наблюдательными данными своих представлений о совершенных круговых движениях планет (см. [1])), с точки зрения современной математики представляет собой геометрический способ разложения периодического движения в ряд Фурье. Разница заключалась только в количестве слагаемых ряда. Относительно самих аксиом – центрального положения Земли или Солнца, можно утверждать, что первая действительно появилась в результате обобщения человеческого опыта и была наглядно очевидной (почему и может быть названа аксиомой), вторая – как его антитезис, хотя, безусловно, ещё в античности (Аристарх Самосский) существовали основания для утверждения геоцентризма. Однако, эти основания не были восприняты "научной общественностью" того времени.

2.Эйнштейновская “стационарная Вселенная”. А. Эйнштейн, получив в 1915г. решение своих уравнений для Вселенной в целом, в виде зависимости $a(t) \neq const$, где $a(t)$ – масштабный фактор, т.е. нестационарную Вселенную, не согласился с этим результатом, и, исходя из тезиса о стационарности Вселенной, ввёл в уравнение Λ член. В этом случае стационарность Вселенной, для Эйнштейна, являлась аксиомой, по крайней мере, на момент введения в уравнения Λ члена. В определённом смысле этот тезис также является обобщением всей совокупности человеческого опыта, и тогда, в начале 20-го века, вряд ли для кого не был очевидным.

3.Кантовская система “космологических идей”. Уже в первой секции антиномий чистого разума, под названием “Система космологических идей”, Кант даёт обоснование этой системы (см. [3]). Безусловно, тезис и антитезис Канта нельзя назвать аксиомами. Однако, с точки зрения доказательства возможности использования аксиоматического метода в космологии, у Канта есть несколько важных, принципиальных моментов, подробное рассмотрение которых даст нам весомые аргументы в защиту этого доказательства.

А. Связь основного *содержания* трансцендентальных (космологических) идей, точнее говоря, их *логического объёма*, с *категориями*, в которых человек мыслит мир. “Итак, трансцендентальные идеи, прежде всего суть не что иное, как расширенные, вплоть до безусловного категории, и поэтому они могут быть расположены в виде таблицы соответственно классам категорий”[3 с. 265].

Б. В доказательстве своих тезисов (антитезисов) Кант ссылается, пусть и в завуалированном виде, на “обобщённый опыт” человека. Например, это наглядно видно в доказательстве первого тезиса: “Но величину такого *количества*, которое не дано в известных границах какого бы то ни было наглядного представления, *мы можем представить* (выделено мной, - Т.Я) не иначе, как только посредством синтеза частей...”[3 с. 454]; в доказательстве второго тезиса: “Так как всякое внешнее отношение, следовательно, так же и всякое сложение в субстанции *возможно только в пространстве* (выделено мной, - Т.Я)”[3 с. 279], и т.д. Конечно же, круг проблем, и особенно объём научных знаний (в том числе наблюдательной космологии), в настоящее время гораздо больше, чем двести лет назад, и поэтому

многие положения и утверждения Канта сейчас не представляют интереса, однако, в данном, конкретном случае, прежде всего, важен принцип, которым руководствовался Кант в попытке анализа возможной космологии. Суть этого принципа заключалась всё в том же аксиоматическом методе. И именно пункт *A* говорит о способе конструирования аксиом. “Расширенные категории”, в данном случае, выступают как некоторые характеристики (например, пространственно – временные, конечного и бесконечного, многого и единого и т.д.) мира в целом. С точки зрения аксиоматики космологии эти характеристики выступают не как самостоятельные аксиомы, но только как их элементы. Сами же аксиомы строятся путём либо приписывания миру, либо отрицания у мира каких либо характеристик (например – пространственную конечность). Конечно, эти утверждения не наглядно очевидны, но:

а. в некоторой своей части могут быть сведены к таковым;

б. требование наглядной очевидности в современной аксиоматике не является обязательным.

Анализируя кантовскую систему космологических идей у нас возникает один, вполне закономерный вопрос - не будет ли вывод, сделанный Кантом о невозможности построения такой системы в силу её антиномичности, справедлив и в случае попытки построить современную космологию аксиоматическим методом. На наш взгляд, такой вывод не будет правомочен в силу нескольких причин:

1. Относительно узкий спектр кантовской аксиоматики. Известно, что Кант выделил как отдельные, самостоятельные, четыре космологических идеи, причём следует особо отметить, что у Канта речь идёт о “*внутренних*”, а не “*внешних*” принципах, что отчасти и обуславливает эту ограниченность. Однако, на современном уровне развития философской мысли можно было бы расширить их количество и отчасти заменить другими.

2. Недостаток фактических знаний, которые также можно закладывать в аксиоматику космологии в силу того, что эти знания являются результатом обобщения и, следовательно, могут претендовать на наглядность и очевидность. К таким знаниям, на наш взгляд, прежде всего, необходимо отнести:

а. Антропный принцип, который в общей форме говорит о корреляции свойств Вселенной и факта существования человека, о необходимости для существования человека определённых свойств Вселенной.

б. Принцип эволюции, или принцип возрастания уровня организованности материальных систем от простого к сложному. Основным достижением естествознания 20-го века можно признать тезис о *всеобщности* и *универсальности* принципа эволюции, в то время как в 19-ом веке этот принцип носил скорее локальный, чем глобальный характер. “Становление эволюционных идей имеет достаточно длительную историю. Уже в 19 веке они нашли применение в некоторых областях знания, но воспринимались скорее как исключение по отношению к миру в целом” [7 с. 642]. Эволюционирующие системы, уровень организации которых повышается при переходе от одной к другой, составляют основной предмет изучения каждой из естественно - научных дисциплин – от физики элементарных частиц и теории Великого объединения, до антропологии. Этот принцип выступает всеохватывающим явлением для любого уровня и вида материи. Тем более, он справедлив и в космологии.

3.Отсутствие диалектического взгляда на данную проблематику. Впервые в наиболее полной мере “искусство диалектики” продемонстрировал ещё Платон. Впоследствии разработкой диалектического метода познания занимались Гегель, Маркс, Энгельс и др. В 20-ом веке этот метод расширился не только на философию, но и на естественные науки, чему примером может быть принцип дополнительности Бора, гласящий, что “...для воспроизведения целостности явления, необходимо в познании применять взаимоисключающие, “дополнительные” классы понятий”[10 с. 138]. Однако, всё это было позднее, Кант же пытался решить проблему, пользуясь обычной бинарной логикой, “или–или”. Собственно говоря, полученные им антиномии и можно интерпретировать как ответ о невозможности анализировать такой сложный предмет такими простыми способами.

Кроме того, в современную Канту эпоху само естествознание, главным образом физика, представляли собой торжество механистической идеи, и поэтому, вполне

естественно, что оно (естествознание) не могло быть обогащено ни богатым (ныне) фактическим материалом, ни сложным теоретическим аппаратом.

И, наконец, необходимо отметить ещё один важный момент. Детальное развитие аксиоматического метода в рамках математики было осуществлено только в 20-ом веке работами Д. Гильберта и его школы. Выдвинув понятие формальной системы, чем, кстати, снял необходимость требования наглядной очевидности, Гильберт надеялся доказать возможность обоснования всякой аксиоматической системы логическими методами, опираясь только на неё саму. Однако, результаты работы К. Гёделя показали обратное – всякая аксиоматическая система изначально неполна, т.е., по крайней мере, часть аксиом являются независимыми друг от друга, и, вообще говоря, могут выражать как утверждения, так и отрицание этого утверждения. “Первая и вторая теоремы Гёделя о неполноте (общее название двух теорем – Т.Я.) представляют собой важнейшие метатеоремы. Они показали неосуществимость в целом программы Гильберта, которая предусматривает полную формализацию существенной части математики и обоснование полученной формальной системы путём доказательства её непротиворечивости финитными методами” [5 с. 141, см. так же с. 363]. Всё это делает результаты использования аксиоматического метода неоднозначными, что, собственно говоря, и доказал И. Кант. В определённой мере эта неоднозначность сохраняется и в современной космологии, однако, то, что она (космология) опирается на более широкий эмпирический базис делает эту неоднозначность более приемлемой, чем антиномии Канта.

Итак, обобщая всё вышесказанное относительно использования аксиоматического метода в *современной* космологии, мы можем заключить следующее:

1. В тех случаях, когда объекты исследования в космологии не могут быть эмпирически восприняты и зафиксированы для заполнения “дыр”, в “поле” эмпирического исследования может быть использован аксиоматический метод.

2. Элементами аксиом (понятиями, относительно которых делались бы определённые утверждения) в таком случае выступали бы категории, наиболее

общего свойства, общие понятия, в которых можно охарактеризовать мир. Такими элементами, на наш взгляд, выступают следующие понятия: - пространство и время, конечное и бесконечное, единое и многое, самодостаточное и не самодостаточное, и некоторые другие. Следует особо оговориться, что предполагаемый здесь список есть один из возможных вариантов, и он, конечно же, может быть изменён. И количество понятий, и сами понятия – на наш взгляд вопрос дискуссионный, однако, *основным* является возможность такого метода и такого способа конструирования аксиом.

3. Из данных элементов конструируются аксиомы, при этом высказывается весь набор возможных утверждений:

1. Принцип дополнительности (комплиментарности) Бора, который говорит про диалектический характер космологического знания.

2. Миру присущи свойства конечности и бесконечности, которые проявляются в зависимости от выбранных космологических моделей определённой размерности, условий наблюдения (или выбора системы отсчёта) и. т. д.

3. Мир *есть* и единое (целое, не многое), и многое.

4. Мир есть самодостаточный.

5. Антропный принцип.

6. Принцип эволюции.

Относительно аксиом 2 и 3 можно сказать, что они полностью являются не противоречивыми, а дополняющими друг друга. Относительно аксиомы 4 см. [8]

Аксиомы 5 и 6 в данной системе выступают как некоторые обобщения выводов естественнонаучных дисциплин в целом, практически приобретая статус аксиом. Как замечает академик В.С. Стёпин: “Если кратко охарактеризовать современные тенденции синтеза научных знаний, то они выражаются в стремлении построить общенаучную картину мира на основе принципов универсального эволюционизма, объединяющего в единое целое идеи системного и эволюционного подходов” [7 с. 641]. И, наконец, аксиома 1 также выступает как некоторое обобщение *совокупного* человеческого опыта, отраженного в способе мышления.

4. Далее следует наполнить аксиомы физическим содержанием, транслируя их на язык *теоретической* физики, т.е. формализование системы аксиом, перевод её в формальную систему, и даже развитие формализма и решение (формализованными методами) возникающих при этом задач.

С учётом существования различных космологических парадигм суть аксиом очевидна – в них сформулированы наиболее общие свойства каждой конкретной космологической парадигмы, причём сами аксиомы в этом случае не обязательно должны представлять собой только набор тех базисных утверждений, по которым можно отделить одну парадигму от другой. Аксиомами в этом случае являются утверждения, которые дают более конкретную характеристику данной парадигме, при этом строго не обязательно, чтобы они (аксиомы) являлись обобщением совокупного человеческого опыта взаимодействия с окружающей действительностью, они могут быть и обобщением научного опыта, т.е. иметь общенаучный характер, а также просто являться результатом обобщения систематического наблюдения, или эксперимента, т.е. носить узко специфический научный характер. В этом случае утверждения будут являться аксиомами не в полной мере, однако их можно заложить в формальную систему вне зависимости от их природы. Сам же аксиоматический метод будет призван восполнить отсутствующие эмпирические данные (или их неполноту) системой утверждений (аксиом), которые в рамках определённой космологической парадигмы однозначно являются истинными.

Если применить всё вышесказанное к парадигме инфляционной космологии можно заключить, что все аксиомы современной космологии выводятся из свойств этой парадигме, и определяются, с одной стороны *конкретной* физико-космологической теорией, с другой стороны внутренней логикой развития космологического знания. И если физико-космологические теории нуждаются в эмпирической обоснованности, то внутренняя логика развития космологического знания обосновывается всем предшествующим периодом его существования.

И в заключение необходимо указать на ещё один момент. Аксиомы, описывающие парадигму инфляционной космологии, сформулированы в наиболее

общем виде. Это, а также их диалектический, интеграционный характер, делает её максимально непротиворечивой и охватывающей наибольший круг явлений и отношений. Вполне возможно, что те или иные конкретные физические механизмы или процессы в рамках данной “ячейки” окажутся несостоятельными, но, в целом, она находится в исключительном положении в силу своей обобщённости и диалектичности, что крайне затрудняет возможность её опровержения как теоретического, так и наблюдательного. В конечном итоге, в обозримом будущем её можно принимать или отвергать, но навряд ли возможно опровергнуть. Теоретически это невозможно сделать в силу её максимальной общности и обобщённости. Всякие теории, предлагаемые ей на смену, в силу своей меньшей общности (которая будет следствием того, что данные теории будут “конструироваться” из менее общих элементов, поскольку все максимально общие были “заняты” парадигмой инфляционной) будут более противоречивыми, а, следовательно, предпочтение всегда будет отдаваться инфляционной парадигме. Иными словами, “инфляционная парадигма” в силу своей внутренней логики, в силу своей обобщённости и диалектичности, в том числе и обобщённости *человеческого* опыта и знаний, заложенных в ней, является “наименее внутренне противоречивой космологии” или “максимально непротиворечивой”. Обобщённость и диалектичность выступает в ней во всех её составных частях – как естественно научной (астрономия, физика и др.) - аксиомы 5 и 6, так и философской – аксиомы 1, 2, 3, 4. Конечно же, в будущем, возможно, будет сформулировать и утверждение более общего свойства, однако следует понимать, что степень обобщения, достигнутая аксиоматикой современной космологии, есть результат развития философии и естествознания, как минимум, за последние несколько тысячелетий. Сколько времени потребуется для следующего обобщения и в каких категориях оно (обобщение) будет выражено, покажет время.

Наблюдательное опровержение инфляционной космологии весьма затруднено в силу тех же причин. Исходя из её следствий, мы наблюдаем *ничтожно* локальную, *исчезающе малую* часть Вселенной. Эта часть обладает определёнными свойствами и характеристиками. Однако, вполне допустимо предположение о том, что *часть*

этих свойств и характеристик имеет не глобальный, а локальный характер и не относится к *большой* Вселенной. *Эмпирически* мы не сможем достоверно определить, какие свойства наблюдаемой части локальные, а какие глобальные - решение этого вопроса будет носить главным образом теоретический характер. И если обнаружатся какие – либо эмпирические данные, противоречащие инфляционной космологии, будет иметь право на существование мнение о том, что эти данные имеют локальный характер и относятся только к очень малой части Вселенной.

Итак, обобщая всё вышеизложенное относительно использования аксиоматического метода в современной космологии, можно утверждать, что в случае неполноты или отсутствия эмпирического материала, его (метод) можно использовать для дальнейшего развития и детализации космологического знания. При этом аксиомы будут представлять собой набор утверждений, которые являются наиболее общими характеристиками данной космологической парадигмы. Таким образом, использование аксиоматического метода будет вполне оправданным. Этот же вывод можно сформулировать и в более общем виде. В основу этой формулировки будет заложено положение, высказанное, например, в [2, 7] о сложном составном характере теоретического научного знания, которое представляет собой иерархию теоретических схем, которые, в свою очередь, имеют трёхуровневую структуру. Элементами этой структуры будет уровень математического формализма, семантический уровень языка теоретической схемы, который представляет собой, согласно [2] отношения между ненаблюдаемыми и математическими объектами (подробнее см. [2, 7]) и уровень эмпирического базиса. Тогда, в случаях тех теоретических схем (составных частей теоретического космологического знания), у которых эмпирический базис весьма и весьма узок, развитие знания идёт главным образом за счёт структур математического формализма и семантической составляющей. Аксиомы, в этом случае, будут выступать в виде некоторых идеализированных абстрактных моделей (конструктов).

Литература

1..Александров Ю.В. Астрономія. Історико-методологічний нарис. - К.: Сфера, 1999. - 88с.

- 2.Алексеев И.С., Овчинников Н.Ф., Печонкин А.А. Методология обоснования квантовой теории - М.: Наука, 1984. – 333 с.
- 3.Кант Иммануил. Критика чистого разума: Пер. с нем. - С. Петербург.: Тайм-аут, 1993. - 305 с.
- 4.Лукьянец В.С. Философские основания математического познания. – К.: Наукова думка, 1980, – 192 с.
- 5.Математический энциклопедический словарь/Гл. ред. Ю. В. Прохоров; Ред. кол.: С.И. Адян, Н.С. Бахвалов, В.И. Битцюков, А.П. Ершов, Л.Д. Кудрявцев, А.Л.Онищук, А.П. Юшкевич. - М.: Советская энциклопедия, 1988. - 847 с
- 6.Павленко А.Н. Европейская космология - основание эпистемологического поворота. - М.: Интрада, 1997. - 257 с.
- 7.Стёпин В.С. Теоретическое знание: структура, историческая эволюция - М.: Прогресс-традиция. – 2000. – 743 с.
- 8.Tararoev Jakov V. The problem of causality in quantum cosmology // Вісник Харківського національного університету. Серія: теорія культури та філософія науки - 2001.- №505/2001. – С.6-11.
- 9.Философский анализ особенностей развития современного естествознания / В.С. Лукьянец, А.Я. Мороз, Л.В. Озадовская, В.С. Ратникова, В.Л, Храмова – К.: Наукова думка, 1984. – 232 с.
- 10.Философский словарь./ Под ред. М.М. Розенталя и П.Ф. Юдина - М.: Политиздат, 1963. – 548 с

Аннотация.

В данной работе рассмотрена проблема развития космологических знаний в случае отсутствия или недостатка эмпирических данных. По аналогии с математическим знанием утверждается, что в этом случае наиболее эффективным будет аксиоматический метод, где аксиомы будут представлять собой утверждения, в которых сформулированы наиболее общие свойства каждой конкретной космологической картины мира. Приводится возможная система аксиом для современной инфляционной парадигмы. Указанно, какую роль могут играть аксиомы в трёхуровневой модели теоретического знания.

Анотація.

У даній роботі розглянута проблема розвитку космологічних знань у випадку відсутності чи недостатності емпіричних даних. За аналогією з математичним знанням стверджується, що у цьому випадку найбільш ефективним буде аксіоматичний метод, де аксіоми будуть являти собою твердження, у яких сформульовані найбільш загальні властивості кожної конкретної космологічної картини світу. Приводиться можлива система аксіом для сучасної інфляційної парадигми. Вказанно, яку роль можуть грати аксіоми в трьохрівневій моделі теоретичного знання.