

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

методическое пособие

Москва 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение

Раздел 1. Формирование идеала точного математизированного естествознания в науке Нового времени. Наука как инструмент покорения природы

1. Истоки идеи науки как инструмента покорения природы
2. Эмпирический метод Фр. Бэкона
3. Методические указания для самостоятельной работы с текстом «Новой Атлантиды».
4. Истоки идеала точного математизированного естествознания
5. Соединение экспериментального метода и идеала математизированного естествознания. Особенности экспериментального метода Галилея.
6. Философские предпосылки идеала математизированной науки о природе у Галилея
7. Методические указания для самостоятельной работы над фрагментами работы И. Ньютона «Математические начала натуральной философии».

Раздел 2. Проблематизация возможностей научного познания в концепции И.Канта. Природа как конструкт познающего субъекта

1. Кантовский «коперниканский поворот» в понимании познания
2. Априорные механизмы чувственного опыта
3. Априорные структуры рассудка и конструирование природы познающим субъектом
4. Целесообразность в природе

ВВЕДЕНИЕ

Что такое философские проблемы естествознания?

Действительно ли у естествознания есть философские проблемы? Это многим представляется сомнительным. В самом деле, философия является неэмпирической, умозрительной дисциплиной, тогда как естественные науки ориентируются на эксперимент и наблюдение. Поэтому научное знание о природе быстро прогрессирует, в то время как для философии характерно состояние множества спорящих друг с другом учений.

Тем не менее, процесс научного изучения природы постоянно ставит перед исследователями и всем обществом философские проблемы. Они связаны с *неявными допущениями*, на которые опирается научное исследование. Их выявление, осознание и оценка очень важны для понимания характера научного познания и для социальной оценки его результатов.

Научное познание природы исходит из того, что

- а) природа подчиняется общим законам;
- б) ее законы носят точный количественный характер;
- в) явления природы доступны пониманию и объяснению. Объяснения должны носить причинный характер.
- г) природа проста и едина. Одни и те же законы действуют повсюду.

Утверждение о том, что научное познание опирается на представление о простоте и единстве природы, нетрудно проиллюстрировать многочисленными высказываниями самих ученых. Так, Р. Фейнман пишет: «Почему природа позволяет нам по наблюдениям за одной её частью догадываться о том, что происходит повсюду? Конечно, это не научный вопрос; я не знаю, как на него правильно ответить, и отвечу столь же ненаучно: мне кажется, причина в том, что природа проста, а потому прекрасна»¹.

И Ньютон утверждает, что: «Природа проста и не роскошествует излишними причинами вещей. Поэтому, поскольку возможно, должно приписывать те же причины того же рода проявлениям

¹ Фейнман Р. Характер физических законов. М., 2004. С. 145.

природы»². Для А. Эйнштейна: «Априори следует ожидать хаотического мира. ... Напротив, упорядочение, вносимое, например, ньютоновской теорией гравитации ... предполагает существенную упорядоченность объективного мира, ожидать которую априори у нас никаких оснований. В этом и состоит «чудо», и чем далее развиваются наши знания, тем волшебнее оно становится»³.

Далее, одним из распространенных в научно-исследовательской деятельности допущений является представление о том, что в природе есть иерархия уровней (субатомный, атомный, молекулярный) и «составленность» объектов высших уровней из низших.

Соответственно иерархии уровней, складывается иерархия научных дисциплин. В таком случае «основной» наукой выступает физика, ибо она говорит о том, «из чего все сделано»; химия сводится к физике; биология — к химии; психика — к физиологии мозга, а социальное — к психическому. В основе подобных *редукционистских* представлений, которые реально являлись и до сих пор являются основой программ исследований в некоторых естественных науках, лежит образ природы, в которой цепи причинно-следственных детерминаций действуют «снизу-вверх», т.е. от нижележащих уровней к вышележащим, а обратное воздействие отсутствует. Представления такого рода, по мнению некоторых исследователей, лежат в том числе в основе энтузиастических философских интерпретаций нанонауки и нанотехнологий⁴.

Философия не обладает своим особым, отличным от естественнонаучного, способом исследования природы. Поэтому она не может поучать естествоиспытателей относительно того, как «на самом деле» устроена природа.

Однако философия может проследить становление и развитие тех или иных представлений о природе, проанализировать причины их появления и популярности, и таким образом проблематизировать их обоснованность.

2 Ньютон И. Математические начала натуральной философии. М., 1989. С. 502.

3 Эйнштейн А. Собр. Науч. Трудов в 4-х тт. Т. 4. М., 1967. С.568.

4 См. например: Khushf G. A Hierarchical Architecture for Nano-Scale Science and Technology // Discovering the Nanoscale. D.Baird et al. (Eds). IOS Press, 2004. P. 21 — 33; Schmidt J.C. Unbounded Technologies: Working Through the Technological Reductionism of Nanotechnology // Ibid., P.35 — 50.

Раздел 1. Формирование идеала точного математизированного естествознания в науке Нового времени. Наука как инструмент покорения природы

1. Истоки идеи науки как инструмента покорения природы

Один из основных постулатов современной научно-технической цивилизации заключается в том, что природа *подчиняется* единым простым законам, которые можно познать и подчинить природе *нам*.

Мы настолько привыкли к этому представлению, что воспринимаем его как само собою разумеющееся, и нам уже трудно осознать, до какой степени оно не самоочевидно. Его не знала Античность, его не было в восточных цивилизациях. Оно складывается в раннее Новое время.

Его провозвестником, глашатаем и, можно сказать, пропагандистом был английский философ — эмпирист Френсис Бэкон (1561 -1626). В его произведениях мы встречаем лозунги, которые звучат совершенно современно, например: «знание — сила». Он же говорит, что «два человеческих стремления — к знанию и могуществу — поистине совпадают в одном и том же»⁵. Бэкон выдвигает вполне понятные для нас и соответствующие современным представлениям критерии для оценки знания. Оно должно прогрессировать и приносить практически полезные результаты. Это побуждает думать, что, якобы, Бэкон на заре XVII века понял сущность науки, и этим он отличался от всех своих погрязших в разного рода предрассудках современников. Когда думают так, то представляют себе науку как некую неизменную сущность, не связанную ни с историей, ни с культурой. Однако обращение к реальному историческому контексту формирования идей Бэкона открывает к ним неожиданные аспекты. Идеи, что человек призван покорить природу и использовать ее для своего блага, и что подлинная наука должна неуклонно прирастать новыми знаниями, связаны с весьма своеобразными теологическими представлениями, характерными для раннего Нового времени.

5 Бэкон Фр. Соч. В 2-х тт. Т.1. М., 1971. С. 83.

То была эпоха острейших религиозных конфликтов.

Протестантизм в своей борьбе с католицизмом и католической теологией подчеркивал ограниченность человеческого разума и невозможность для него постичь природу Бога. Зато подлинной и правомерной сферой применения разума становилось познание природы⁶. «То, что было сказано в священных писаниях о божественных тайнах и против тех, кто пытается проникнуть в тайны божества, - утверждает Фр. Бэкон, - превратно применяют к скрытому в природе, которое не ограждено никаким запрещением. ... если здраво обдумать дело, то после слова Бога естественная философия (под этим названием Бэкон понимает опытное исследование природы — З.С.) есть вернейшее лекарство против суеверия и тем самым достойнейшая пища для веры»⁷. И Бэкон разъясняет далее, что если религия открывает людям волю Бога, то исследование природы *являет Его могущество*.

У Бэкона мы встречаем также и четко выраженное представление о том, что вся природа подчиняется законам. Такое юридическое представление оказывается применимо к природе, потому что она, как творение божие, подчиняется установленному Богом для нее закону. В том, что природа неукоснительно подчиняется этому закону, проявляется божественное могущество. Поэтому систематическое изучение природы помогает человеку постичь божественное могущество. Подобное представление, которое мы встречаем у основоположников протестантизма и которое активно защищает Бэкон, дает религиозную санкцию такому вполне светскому, мирскому занятию, как экспериментальное исследование природы.

Но речь у Бэкона идет не только об этом. *Бэкон переворачивает идущее со времен Античности представление о том, что знание тем выше и ценнее, чем дальше оно от нужд и запросов практической жизни*. Встает вопрос, на что он при этом опирался. Ответ представляется на первый взгляд очевидным: Бэкон отрешился от предрассудков своего времени и адекватно постиг сущность науки. Но подобный ответ грешит большой

6 Концепции, подчеркивающие значение протестантизма для становления классической науки, подробно рассмотрены в работе: Косарева Л.М. Рождение науки Нового времени из духа культуры. М., 1997.

7 Бэкон Фр. Соч. В 2-х тт. Т. 2. С. 54.

наивностью и исторической близорукостью. Дело в том, что Бэкон, напротив, разделял большое количество предрассудков своего времени, что и привело его к столь близкому нам представлению о цели научного познания.

Среди них одни исследователи (см. Фр. Йейтс) обращают внимание на так называемую герметическую традицию, куда входили алхимия, магия, астрология и т.п. Алхимия и магия тоже стремятся к власти над природой. Они тоже должны приносить человеку, овладевшему таким знанием, практическую материальную пользу. Герметическая традиция была очень влиятельна в эпоху Возрождения. По мнению некоторых исследователей, она, несмотря, а скорее благодаря своей крайней ненаучности (в нашем современном смысле) внесла определенный вклад в становление современных представлений о цели и назначении научного знания. Но при этом надо подчеркнуть следующее: достижение власти над природой и способности преобразовывать ее (например, простые металлы в золото) в герметической традиции зависело от преобразования и совершенствования собственной природы человека (аспект, утерянный в нашем современном понимании).

Бэкон в своих произведениях неоднократно упоминает алхимию. Он и отмечает, что: «неустанные труды и огромные усилия упомянутых алхимиков, потраченные на создание золота, как бы зажгли факел для множества прекрасных открытий и экспериментов, весьма полезных как для раскрытия тайн природы, так и для практических нужд человечества»⁸, и критикует алхимиков за бессистемность и беспорядочность их экспериментирования, не позволяющую извлекать из их многочисленных опытов никаких надежных заключений. Но в целом Бэкон, как сын своего времени, видит в алхимии одну из наук.

Другие современные исследователи научной революции раннего Нового времени связывают бэконовский идеал полезного знания, дающего человечеству власть над природой, с его теологическими представлениями. Бэкон разделял представление о том, что искупительная жертва Христа

⁸ Бэкон Фр. Соч. Т. 1. С.116.

восстановила достоинство человека, утраченное после грехопадения прародителей. Более того, он полагал, что искупленное Христом достоинство человека даже выше, чем было у прародителей до грехопадения. Поэтому его программа «великого восстановления наук» создавалась для того, чтобы способствовать восстановлению этого высокого достоинства человека и связанного с ним предназначения человека к власти над сотворенным Богом миром, о которой сказано в Книге Бытия 1: 28,29⁹, к состоянию человека до грехопадения.

Таким образом, для Бэкона **власть над природой связана с нравственным и религиозным обновлением**, и это составляет нравственное и религиозное оправдание естествознания.

Некоторые исследователи связывают названные представления Бэкона с распространенной в то время идеей *милленаризма*. Так называют учение о втором пришествии и воцарении на земле Христа перед концом времен на тысячу лет. Оно не было закреплено в официальном вероучении и представляло собой собрание разнообразных пророчеств и истолкований. В частности, ожидалось, что эта эпоха будет отмечена победой над злом в мире, воцарением справедливости, а также перерождением всей природы, в частности, ожидалось, что невиданным образом возрастет урожайность всех сельскохозяйственных культур и продуктивность скота. В раннее Новое время милленаристские чаяния были распространены достаточно широко. Но при этом они в сознании многих подверглись переосмыслению. В результате, обещанное царство Божие стало сливаться с тысячелетним царством Божиим *на земле*, превращаясь в идею совершенного состояния, которого достигнет человечество *в этом, а не в потустороннем, мире*, после соответствующего очищения и обновления. Для достижения последнего требовалось и особого рода знание.

Ссылка Бэкона на пророчество из книги Даниила: (Даниил 12:4) это пророчество о том, что будет с народом его в последние дни, о конце времен. И сказано ему при этом: «А ты, Даниил, сокрой слова ии и запечатай книгу сию до последнего времени;

9 В этих стихах Бог так обращается к сотворенным им мужчине и женщине: « 28. И благословил их Бог, и сказал им Бог: плодитесь и размножайтесь, и наполняйте землю, и обладайте ею, и владычествуйте над рыбами морскими, и над птицами небесными, и над всяким животным, пресмыкающимся по земле. 29. И сказал Бог: вот, Я дал вам всякую траву, сеющую семя, какая есть на всей земле, и всякое дерево, у которого плод древесный, сеющий семя: все сие будет в пищу».

многие прочитают ее, и умножится ведение».

Провозглашенное Бэконом *«Царство человека»*, основанное на экспериментальном изучении природы и его результатах, довольно естественно ложится в этот круг идей. Еще раз подчеркнем, что, в понимании Бэкона, «Царство человека» никоим образом не означает независимость от Бога. Напротив, власть человека над природой получена им от Бога. Поэтому она опирается на необходимость подчинения Богу и предполагает в качестве своего неперемного условия и *очищение человеческого ума от ложных идей, заблуждений, предрассудков, и религиозное и нравственное возрождение человечества*.

Таким образом, идея подчинения природы и достигаемой посредством науки власти над ней имела теологические основания; она основывалась на понимании человека как продолжателя работы Бога. Впоследствии этот круг идей был забыт. Сейчас для атеиста подобные представления выглядят, скорее всего, наивными, а для верующего — непомерно дерзкими и самонадеянными. Однако идея покорения природы по-прежнему руководит умами современных людей и кажется естественным предназначением человечества и целью для науки. Но на чем она основана для нас сейчас? На прогрессе естественных наук, открывающих законы, которым подчиняется природа и которые позволяют человечеству ее успешно покорять и использовать. В то же время, опыт последних столетий показывает не только успехи человечества в покорении природы, но и непрерывно порождаемые этой деятельностью проблемы. Поэтому имеет смысл возвращаться к истокам идеи покорения природы, чтобы вновь и вновь оценивать ее основания.

2. Эмпирический метод Фр. Бэкона

Бэкон всесторонне продумывает свой проект «великого восстановления наук». Прежде всего, чтобы знание непрерывно прирастало и обогащалось, требуется *согласованная коллективная работа* большого числа исследователей. Решение этой задачи, убежден Бэкон, не может быть предоставлено судьбе, удаче или озарениям отдельных гениев. Нет, Бэкон

полагает, что существует **метод**, который позволит *поставить открытия, так сказать, «на поток», и одновременно будет гарантировать от заблуждений.*

Это **эмпирический метод**. Его составляющими являются:

а) постоянный, кропотливый, всеохватывающий сбор опытных данных;

б) сведение накапливаемых данных в определенного рода *таблицы* (среди них отметим таблицы присутствия, таблицы отсутствия в ближайшем и таблицы степеней);

в) методичное и постепенное индуктивное обобщение имеющихся данных с целью извлечения знаний о причинах.

Наиболее плодотворным (даже и в плане практических применений) Бэкон считает знание *о причинах* наблюдаемых явлений.

Методические пояснения:

К (а): Бэкон мыслит действительно всеохватывающий *планомерный* сбор опытных данных и наблюдений относительно всех явлений природы. Этот сбор *принципиально* не направляется никакими гипотезами и предвосхищениями. Последние отвергаются Бэконом, потому что создают опасность произвольных измышлений и бесплодной борьбы мнений, а он рассчитывает создать совершенно надежный метод.

Поставленную таким образом задачу Бэкон считает реализуемой при условии правильной организации научной работы и достаточного финансирования.

К (в): Бэкон надеется, что выводы не будут зависеть от человеческого произвола и воображения, что к ним будут подталкивать сами факты, при условии их правильного, наглядного расположения в предлагаемых им (весьма многообразных) видах таблиц.

К (в) Обобщения должны, опять-таки, не руководствоваться никакими гипотезами, и быть *постепенными*. Большую опасность Бэкон видит в том, чтобы от некоторой ограниченной совокупности наблюдений сразу делать выводы о сущности природы.

Очень важно подчеркнуть, что Бэкон провозглашает такой тип исследований, который не просто ориентирован на практические

применения. Ориентация влияет на характер исследований: Бэкон всячески подчеркивает значение экспериментов, осуществляемых посредством различных механизмов и приборов. *Техника входит в само тело науки — в виде эксперимента, прибора, в качестве источника знаний и наблюдений* (к этой теме еще вернемся в связи с Галилеем). Масштабность поставленной таким образом перед человечеством задачи требует **государственной организации и финансирования науки**. Описание того, как должны работать соответствующие организация и метод исследования, мы находим в неоконченной утопии Фр.Бэкона **«Новая Атлантида»**.

3. Методические указания для самостоятельной работы с текстом «Новой Атлантиды».

1. Обратит внимание на фрагменты текста, в которых подчеркивается высокий моральный уровень жителей Бенсалема (в том числе чиновников!) и то, что человеческая жизнь является для них безусловной ценностью;
2. Обратит внимание на то, как показан социальный статус ученого, отношение общества и государства к ученым и к изучению природы;
3. Учте различные подтексты и смыслы, подразумеваемые названием «Дом Соломона, или Коллегия Шести дней Творения» (в частности, что объектом изучения является сотворенный мир, т.е. природа, а на постижение сущности Бога члены Соломонова Дома не замахиваются);
4. Обратит внимание на эпизод с обретением островитянами Евангелия, показывающий, что жители Бенсалема обрели чистое изначальное христианство, не испорченное последующими толкованиями и церковной традицией;
5. Обратит внимание на характер деятельности Дома Соломона, на связь исследований и производства (который включает не только лаборатории, но и производства: упоминаются шахты, «дома механики»);

6. Обратить внимание, что разделение научного труда в Доме Соломона (весьма напоминающее мануфактурное) опирается на бэконовский индуктивный метод и не предполагает выдвижения и проверки гипотез.

Контрольные вопросы:

- 1) Как формулируются цели и задачи Дома Соломона?
- 2) Как, с точки зрения Бэкона, связаны прогресс в познании и овладении природой, нравственное состояние человечества и обладание истинной, не искаженной человеческими толкованиями религией?
- 3) Какими Бэкону видятся идеальные взаимоотношения государства и науки?
- 4) Как должны быть организованы, по Бэкону, научные исследования?
- 5) Как представляет себе Бэкон подлинный научный метод?
- 6) До какой степени представления Бэкона о научном методе соответствуют (или не соответствуют) методам современной науки?

4. Истоки идеала точного математизированного естествознания.

Становление нового образа науки было сложным многогранным процессом, в котором скрещивались разные идейные движения. Важнейшей составляющей понимания природы, складывавшегося в эпоху научной революции XVII века, было представление о том, что «книга Природы написана на языке математики» (слова Галилея), т.е. идея, что *все происходящее в природе процессы носят точный характер и должны быть выражены математически*. (Заметим, что у Бэкона подобного представления нет). Речь идет о *математизации науки*, являющейся одной из наиболее характерных черт научной революции XVII века. По классическому описанию известного французского историка науки А. Койре, в ходе научной революции XVII века обыденный мир приблизительных соотношений заменяется универсумом строгих соотношений,

точных мер и жесткой детерминации. Однородное и абстрактное пространство евклидовой геометрии начинает рассматриваться как “реальная”, или “физическая” геометрия. Койре говорит о процессе, который имеет две стороны: одна — это математизация (геометризация) природы, другая - математизация (геометризация) науки. В ходе научной революции произошла подстановка мира геометрических сущностей на место реального мира повседневного опыта¹⁰.

Каково происхождение подобного представления о природе, и, соответственно, об изучающей ее науке? Является ли оно обобщением опыта, накопленного естествознанием? *Нет*. Оно складывалось *до* подобного опыта, представляя собой кристаллизацию сложной совокупности метафизических, теологических, мировоззренческих идей и традиций. А уже на их основе складывалась практика нового естествознания.

Античная философия и наука смотрят на роль математики в познании природы по-другому. Например, в глазах Платона, математика необходима для познания истины. Однако это ее свойство связано прежде всего с тем, что она *отвлекает человеческий ум от неистинного мира изменчивых материальных явлений и предметов*, данного нам в чувственном познании и образующего мир “мнения” (которое в античной философии принято противопоставлять надежному и устойчивому знанию). Так, в своем диалоге “Государстве” Платон говорит, что геометрия “это наука, которой занимаются ради познания вечного бытия, а не того, что возникает и гибнет”¹¹. А в диалоге «Тимей» Платон, правда, использует геометрические понятия в своей трактовке четырех природных стихий, но сам объясняет при этом, что предлагает всего лишь правдоподобный миф, потому что *ничего достоверного и точного о “мире становления” сказать нельзя*.

С точки зрения Аристотеля, математика, будучи наукой абстрактной, т.е. абстрагирующей от качеств тел, мало что может дать науке о природе.

Позднее, уже в эпоху эллинизма, Архимед строит аксиоматические теории рычага и погружения тел в жидкость.

10 Койре А. Очерки истории философской мысли. М., 1985. С. 130.

11 Платон. Соч. в 3-х тт. Т.3, часть 1. М., 1971. С.337.

Это аксиоматизированные математические теории, которые развиваются чисто дедуктивным путем. И в этом их принципиальное отличие от теорий современного естествознания. Они представляют собой умозрительные теории об идеализированных объектах и совершенно не предполагают никакой экспериментальной проверки.

В XVII веке в трудах творцов научной революции происходит радикальное изменение платоновских и аристотелевских представлений о роли математики в познании природы. Причем у разных авторов это находит разное обоснование, что мы рассмотрим на примерах Декарта и Галилея. Но в обоих случаях существенную роль играет метафизика и определенные представления о соотношении человека, Бога и мира, подготовленные, с одной стороны, Возрождением, с другой — Реформацией.

Нам будет удобнее начать с Р. Декарта (1596 -1650).

В своем знаменитом, многократно комментированном рассуждении¹² Декарт прежде всего отмечает, сколь часто некоторые представления и положения, представлявшиеся нам истинными, впоследствии оказывались ложными. Поэтому он предлагает *решительное и последовательное сомнение во всем*, в чем можно усомниться, чтобы наконец выяснить, имеется ли в нашем знании что-то несомненное, на что можно смело опираться в дальнейшем, не опасаясь, что такое основание окажется ложным, и придется выстраивать систему знания с нуля.

Подчеркнем, что отважная решимость усомниться во всем опирается на убежденность Декарта, что несомненное знание доступно человеку, и потому негоже довольствоваться ненадежными основаниями. Здесь мы видим еще одно проявление возвышения человека и утверждения его достоинства, которое так характерно для философии и мировоззрения начиная с эпохи Возрождения. На первый взгляд, подобные идеи так далеки от проблем науки! Но без них событие научной революции навряд ли бы произошло.

Последовательное сомнение - в данных чувственного опыта, в существовании внешнего мира, во всем унаследованном от

12 См. Декарт Р. Соч. в 2-х тт. Т.1. М., 1989. С. 268 – 272. Т. 2. М., 1994. С. 16 – 43.

схоластической традиции знания, - позволяет Декарту обнаружить одну несомненную истину: в то время как я сомневаюсь, несомненно, что я, сомневающийся, т.е. мыслящий, существую.

На первый взгляд, непросто понять, как на столь скудном основании Декарт сможет выстроить здание человеческого знания. Но ему помогает в этом определенное множество допущений, которые он немедленно делает. Не будем осуждать Декарта за неочевидность его допущений, ибо это непродуктивное занятие. Нам нужно увидеть в его рассуждениях *исторически обусловленные представления, указывающие на определенное видение отношений между человеком, Богом и миром, возвышающее человека и противопоставляющее его миру.*

Парадоксальным образом это возвышение исходит из представления о несовершенстве человеческого я. Для Декарта как человека определенной эпохи и культуры, такое несовершенство выглядит очевидным. О нем свидетельствует, например, само состояние сомнения. Из наличия в душе идеи собственного несовершенства Декарт заключает о наличии в ней и идеи совершенства, и о том, что источником последней может быть только Бог, а никак не я сам.

Обратим особое внимание на этот момент. Мыслящее «я», по Декарту, *в самом себе* обнаруживает идею Бога. Таким образом, «я» оказывается автономным носителем истины, и потому можно догадываться, что для этого ему не нужны авторитеты, наставники, традиция. *В себе «я» несет очевидность Бога.* Конечно, идея несовершенства «я» очень важна для понимания мысли Декарта. Но заметим, что «я» несовершенно только по отношению к Богу. Поэтому мы и можем сказать, что признание несовершенства превращается у Декарта в основание для возвышения человека, точнее, его познавательных способностей. Ибо рассуждение Декарта выстроено так, что даже в вопросе существования Бога критерием становится достоверность идеи Бога для самого субъекта!

Декарт так выстраивает процедуру радикального сомнения, что в результате оказывается, что «я» несет в себе основания истинного познания и не должен полагаться ни на традицию, ни на авторитет, ни на данные органов чувств, т. е. *ни на что такое,*

что человек воспринимает пассивно.

По образцу истины «мыслю, следовательно, существую», «я» усматривает в себе еще некоторые другие истины, столь *ясные и отчетливые*, что усомниться в них невозможно, например, «целое больше части».

Тут надо обратить внимание на еще один важный момент рассуждений Декарта, показывающий, сколь значимым в его конструкции является отношение между мыслящим «я» и Богом. Его рассуждение показало, что в «я» присутствуют идеи (Декарт называет их «врожденными идеями»), которые для «я» несомненны. Но следует ли отсюда, что они должны быть истинны? Такой вывод опять требует апелляции к Богу: поскольку, рассуждает Декарт, Бог чужд зависти и не может быть обманщиком, то идеи, которые «я» усматривает в себе столь ясно и отчетливо, что не может в них усомниться, не могут быть ложными.

Таким образом, выстраивается *рационалистический метод познания*. Он принципиально отличается от бэконовского эмпирического метода. Однако, так же как и у Бэкона, речь идет только о познании сотворенного мира, и еще точнее — о познании природы. Далее, Декарт, как и Бэкон, убежден, что наука должна строиться сизнова, по единому плану и методу. Для этого должно быть прочное основание, каковым становится сам разум. Он от Бога оснащен запасом ясных и отчетливых идей. Ясная идея – такая, которая открыта для внимательного ума, как бы четко видимая очами ума; отчетливой идея называется тогда, когда усматривается ясно настолько, что четко отделена от других идей. Ясные и отчетливые идеи связаны с самой способностью мышления, и в этом смысле они называются врожденными. В качестве примера Декарт приводит утверждения типа: «сомнение есть акт мышления»; «квадрат имеет четыре стороны»; «не может одна и та же вещь быть и не быть»; «всякая вещь должна иметь причину» и т. д. Они усматриваются *рациональной интуицией, или естественным светом разума*. «Под интуицией — разъясняет Декарт, - я подразумеваю не зыбкое свидетельство чувств и не обманчивое суждение неправильно слагающего воображения, а понимание

ясного и внимательного ума, настолько легкое и отчетливое, что не остается совершенно никаких сомнений относительно того, что мы разумеем, или, что то же самое, несомненное понимание ясного и внимательного ума, которое порождается одним лишь светом разума и является более простым, а значит, более достоверным, чем сама дедукция, хотя она и не может быть произведена человеком неправильно...»¹³.

Рационалистический метод познания имеет аксиоматически - дедуктивная структуру, подобную структуре евклидовой геометрии. Отличие в том, что в качестве аксиом выступают интуитивно усматриваемые врожденные идеи, полного списка которых Декарт не предоставляет.

Развитие знания из этих аксиом осуществляется *дедуктивно*.

Декарт надеется выстроить работающий продуктивный метод, который бы обеспечил непрерывное приращение знания и не зависел от появления гениальных одиночек. Метод, с его точки зрения, состоит в правильном расположении вещей, к которым необходимо направить ум.

При этом, реально работающий метод должен быть простым. Правила для руководства ума, которые формулирует Декарт, состоят из следующих, действительно немногочисленных, требований: « Первое – никогда не принимать за истинное ничего, что я не признавал бы таковым с очевидностью, т. е. тщательно избегать поспешности и предубеждения и включать в свои суждения только то, что представляется моему уму столь ясно и отчетливо, что никоим образом не сможет дать повод к сомнению.

Второе - делить каждую из рассматриваемых мною трудностей на столько частей, сколько потребуется, чтобы лучше их разрешить.

Третье - располагать свои мысли в определенном порядке, начинать с предметов простейших и легкопознаваемых и восходить мало-помалу, как по ступеням, до познания наиболее сложных, допуская существование порядка даже среди тех, которые в естественном ходе вещей не предшествуют друг другу.

И последнее - делать всюду перечни настолько полные и

13 Декарт Р. Соч. Т.1. С. 84.

обзоры столь всеохватывающие, чтобы быть уверенным, что ничего не пропущено»¹⁴

Нетрудно заметить, что это похоже на математическое рассуждение, строящееся как разбор всех возможных случаев. Сам Декарт говорит о том, что его метод смоделирован на основе геометрии: «Те длинные цепи выводов, сплошь простых и легких, которыми геометры пользуются, чтобы дойти до своих наиболее трудных доказательств, дали мне возможность представить себе, что и все вещи, которые могут стать для людей предметом знания, находятся между собой в такой же последовательности. Таким образом, если воздерживаться от того, чтобы принимать за истинное что-либо, что таковым не является, и всегда соблюдать порядок, в каком следует выводить одно из другого, то не может существовать истин ни столь отдаленных, чтобы они были недостижимы, ни столь сокровенных, чтобы нельзя было их раскрыть»¹⁵.

Именно таким образом Декарт намеревается *поставить на надежное основание и развивать естествознание.*

Что касается опытных данных и экспериментов, то в формулировках метода они отсутствуют. Однако необходимость экспериментов Декарт признавал и сам немало экспериментировал. «Что касается опытов, - пишет он, - то я заметил, что они тем более необходимы, чем дальше мы продвигаемся в познании»¹⁶, потому что чисто дедуктивный разбор обнаруживает чем далее, тем более различных возможных случаев, и тут надо прибегать к наблюдению и эксперименту, чтобы определить, какая из возможностей реализована в нашем мире.

Декарт понимает природу именно таким образом, что ее изучение необходимым образом должно иметь геометрический характер. Это понимание реализуется в его учении о двух субстанциях.

Субстанция понимается в философии как то, что существует независимо ни от чего; благодаря самой себе; лежит в основе всего чувственно воспринимаемого многообразия. Строго говоря,

14 Там же. С.260.

15 Там же. С. 261.

16 Там же. С.287.

поясняет Декарт, субстанция только одна, это Бог. Но, если обратиться к сотворенному миру, то тут усматриваются, полагает он, два различных начала, совершенно не зависящих друг от друга. Одно — начало мыслящее, другое — протяженное. Теперь, кстати, мы можем объяснить, чем является то «я», о котором говорилось выше. Вместо «я» нельзя подставить слово «человек». «Ведь, - говорит Декарт, - исследуя, кто мы такие, предполагающие все отличное от нас ложным, мы в высшей степени ясно усматриваем, что к нашей природе не имеет отношения ни какая-либо протяженность, ни какие-либо фигуры, перемещения в пространстве, ни что-либо иное подобное, являющееся свойством тела, но ей причастно одно лишь мышление, познаваемое нами ... прежде и достовернее, чем какая бы то ни было телесная вещь»¹⁷.

Однако, помимо собственного существования, ум усматривает в себе ясную и отчетливую *идею протяженности*. А поскольку, как мы уже выяснили, существование Бога дает гарантию истинности для ясных и отчетливых идей, следовательно, от обладания ясной и отчетливой идеей протяженности можно заключать о существовании пространства и вообще мира вне нас. Декарт говорит о протяженной субстанции, т. е. телесном, материальном мире. Подчеркнем две кардинальные особенности декартовского понимания мира.

Во-первых, материя определяется исключительно через свойство *протяженности*. Основанием такого, мягко выражаясь, неочевидного понимания является то, что Декарт намерен опираться исключительно на *свидетельства разума*. Данные чувств, с его точки зрения, слишком смутны, неопределенны, субъективны. А самоочевидные свидетельства разума носят исключительно математический характер. **В протяженной субстанции можно мыслить ясно и отчетливо только величину, фигуру, движение, расположение частей.** Протяжение в длину, ширину, глубину и составляет, по Декарту, тело. Т.е. все, что в идее тела содержится ясного и отчетливого, сводится к идее протяженности. Таким образом, мы видим, что,

17 Там же. С. 316.

когда самодостаточной основой познания объявляется разум, то природа сводится к абстрактным математическим характеристикам, и познание ее носит математический характер.

Во-вторых, отсюда следует, что **мыслящая и протяженная субстанции не имеют никаких общих свойств, не зависят друг от друга**. Декартовский дуализм (признание двух субстанций) поставил перед философией и психологией *психофизическую проблему* взаимодействия сознания и тела. Она до сих пор остается полем борьбы различных философских направлений¹⁸. Для многих ученых, исследующих строение и функции мозга, чтобы таким образом объяснить человеческое сознание, картезианский дуализм выступает актуальным теоретическим противником.

Однако дело не только в Декарте и его личном мировоззрении. Дело в том, что созданный им идеал математизированной науки о природе и соответствующее понимание природы делают практически невозможным понимание сознания, свободы, ответственности человека, если понимать психику как часть природы. Поэтому не случайно, что картезианский дуализм в той или иной форме жив до сих пор.

Но он способствует сохранению осознанной или неосознанной установки, что *познающий субъект не принадлежит природе и потому ему нет необходимости думать о том, как отразится на нем же самом то воздействие, которому он подвергает исследуемую и покоряемую природу*.

Теперь рассмотрим подробнее задаваемое Декартом понимание природы. Декарт создает *механистическую картину мира*. Таким образом он вносит свой весомый вклад в разрушение унаследованного от Античности и Средних веков понимания Космоса. Космос считался конечным, шарообразным, центром его была Земля, вокруг которой по концентрическим орбитам вращались планеты и небеса. Он был структурирован оппозицией подлунного и надлунного миров, в которых царили разные виды движения. Для надлунного мира было естественно

¹⁸ См. подробнее: Васильев В.В. Трудная проблема сознания. М., 2009. Сёрл Дж. Открывая сознание заново. М., 2001.

вечное круговое движение, которое являлось совершенным, поскольку представляло собой единство движения и покоя (пребывания в том же месте). Понятие совершенства, чуждое языку современной науки, мы употребляем не случайно. Космос античной и средневековой науки представлялся гармоничным и совершенным. Это были его важнейшие физические характеристики, в свете которых раскрывались любые другие. В противоположность этому, Декарт рисует картину мира, безгранично протяженного, в котором все направления равноправны, всюду — как в подлунном мире, так и в Солнце, планетах, межзвездных пространствах, - пребывает *одна и та же материя*, и все происходящие явления, как на Земле, так и на небесах, объясняются исключительно с помощью механических причин, никаких ссылок на совершенство, целесообразность, гармонию для этого не требуется. *Мир един.*

Поскольку Декарт отождествляет материальность и протяженность, идея пустоты для него является абсурдом. Далее, он утверждает, что материя бесконечно делима. Тем не менее он выделяет в материи различного вида частицы. Они имеют разную величину, что, по мнению Декарта, должно служить объяснением различий в их свойствах.

Все частицы материи пребывают в непрерывном движении, испытывая толчки и соударения. Всякого рода *силы* изгоняются Декартом как наследие схоластики.

Все процессы и явления в природе являются результатами механических взаимодействий частиц материи. Даже животные, по утверждению Декарта, являются автоматами. Примером автомата, достаточно распространенного во времена Декарта, могут служить фигурки изощренных часов, которые появляются каждый час и делают танцевальные па. Разумеется, такие танцующие автоматы являются продуктом человека-ремесленника, а животные, произведение Господа Бога, устроены несравненно сложнее, но, похоже, что для Декарта эта разница не является принципиальной.

Из этого ряда механизмов природы выделяется только человек, ибо в его теле чудестным и необъяснимым для науки образом взаимодействуют материальная и мыслящая субстанции. Декарт не приписывал материи никаких особых сил, считая, что

понятия, подобные понятию силы, не являются ни ясными, ни отчетливыми, а представляют собой наследие схоластического мышления, с готовностью допускавшего для объяснения любого явления особые скрытые «силы» и «потенции». А падение тяжелых тел на Землю и движение планет вокруг Солнца Декарт и его последователи объясняли действием вихрей материальных частиц, заполняющих все пространство.

Декарт также принципиально меняет, по сравнению с античной и средневековой физикой, понимание движения. Для последней, мир был системой качественно различных мест. Качественные различия создавали как бы абсолютную точку отсчета, и потому перемещение было абсолютным движением. Абсолютным было и различие между движением и покоем.

Декарт же определяет движение как **перемещение тела из соседства одних тел, которые мы рассматриваем как находящиеся в покое, в соседство других**. Тем самым, Декарт постулирует **относительность движения**. Двигается тело или покоится — это зависит от принимаемой точки отсчета.

Следовательно, относительным становится различие движения и покоя. Соответственно, Декарт выдвигает утверждение, противоречащее традиционной физике: поддержание движения не требует приложения силы.

Декарт формулирует важные законы движения. Первый выдвигаемый им закон природы гласит:

«всякая вещь пребывает в том состоянии, в каком она находится, пока ее что-либо не изменит. Если некоторая частица материи квадратна, она пребывает квадратной, пока не явится извне нечто изменяющее ее фигуру; если же эта часть материи покоится, она сама по себе не начнет двигаться. У нас нет также никаких оснований полагать, что, начав двигаться, она когда-либо прекратит это движение, если только не встретится что-либо замедляющее или останавливающее его»¹⁹.

Второй закон природы, выдвинутый Декартом, утверждает: «всякое движущееся тело стремится продолжать свое движение по прямой»²⁰

Декарт формулирует также утверждение о сохранении в мире

19 Декарт. Соч. Т.1. С.368.

20 Там же. С. 369.

неизменного количества движения.

Подчеркнем, что эти законы априорны. Они не являются следствием наблюдений и экспериментов, а получают у Декарта метафизическое и теологическое обоснование: «одно из совершенств Бога заключается не только в том, что он неизменен сам по себе, но и в том, что он действует с величайшим постоянством и неизменностью; ... Отсюда следует, что раз Бог при сотворении материи наделил ее части различными движениями и сохраняет их все тем же образом и на основании тех же самых законов, ... то он и далее непрерывно сохраняет в материи равное количество движения»²¹. Аналогичным образом, основание закона, по которому движущееся тело стремится сохранить движение по прямой, «заключается в том, что Бог неизменен и что он простейшим действием сохраняет движение в материи».²²

Признание ньютоновой механики на континенте, прежде всего во Франции, бывшей в ту эпоху лидером науки, произошло уже в XVIII веке в результате длительной и упорной борьбы ньютонианцев и картезианцев. С точки зрения последних, ньютонова теория всемирного тяготения была нарушением требований ясного и отчетливого мышления, потому что понятие силы тяготения как внутреннего свойства материи не ясно и не отчетливо. Победа, одержанная ньютоновой физикой, ознаменовала собой и поражение декартовского учения о рациональном методе. Сама история познания продемонстрировала, что понятия, не являющиеся ни ясными, ни отчетливыми, могут быть чрезвычайно плодотворными для развития науки, и что попытка усмотреть истину в чистом разуме, и только в нем одном, может приводить к произвольным теоретическим построениям, разным у разных мыслителей. Тем не менее, обращение к идеям Декарта относительно материи и движения показывает, что естествознание современного типа складывалось не в результате обнаружения в природе новых фактов и их последующего обобщения. Напротив, обнаружению новых фактов предшествовало становление нового понимания науки.

21 Там же. С.367 – 368.

22 Там же. С. 369.

Немаловажные черты этого нового понимания предстают перед нами при обращении к декартовой математике. Как известно, Декарт совершил революцию в математике, соединив в одной теории арифметику и геометрию. Мы называем это созданием аналитической геометрии. Но дело в том, что Декарт не просто сконструировал новую математическую теорию. При этом он перевернул сложившиеся еще в Античности нормы математической строгости. Они требовали строгого разделения арифметических и геометрических рассуждений²³. Арифметика рассматривала натуральные числа, а также отношения между ними. А в геометрии постоянно встречаются несоизмеримые величины. Например, отношение стороны и диагонали квадрата невыразимы никаким отношением натуральных чисел. Античная математика не пошла по пути расширения понятия числа, и не потому, что «не додумалась» до иррациональных чисел. Дело в том, что в Античности математика рассматривалась как наука, исследующая определенный род сущего самого по себе. Произвольные конструкции человеческого разума не могли быть, поэтому, поставлены в один ряд с числами и фигурами, которые представлялись как существующие сами по себе. Далее, греческая математика видела в своих объектах неизменные сущности, которые принципиально не могли переходить одни в другие. Например, вписанный в круг многоугольник ни при каком увеличении числа сторон не переставал быть многоугольником и не переходил в круг. Декарт же как раз отказался считаться с онтологическим различием конструкций человеческого ума и особого рода данностью. Главной ценностью для него была *эффективность построенного метода*. Устанавливая аналогию между арифметикой и геометрией, Декарт замечает, что вся арифметика заключается в четырех действиях (или пяти, если считать извлечение корней). Но такого рода действия имеются и в геометрии. И если выбрать некоторую линию, которая будет принята за единицу, то можно определить линии, которые будут суммой, произведением, разностью, результатом деления или извлечения квадратного корня. При этом, отмечает Декарт, часто нет необходимости

²³ Такое разделение отражено в структуре «Начал» Евклида

вообще проводить эти линии, достаточно дать им буквенные обозначение, и тогда геометрическая задача превратится в алгебраическое уравнение. В таком уравнении будут встречаться, например, вторая или третья степень некоторой величины. Для него, они тоже будут линиями (а не площадями или объемами).

Предлагаемый им метод состоит в следующем: «желая решить какую-нибудь задачу, следует сперва ее рассматривать как уже решенную и дать названия всем линиям, которые представляются необходимыми для ее построения, притом неизвестным так же, как и известным. Затем, не проводя никакого различия между этими известными и неизвестными линиями, нужно обозреть трудность, следуя тому порядку, который показывает наиболее естественным образом, как они взаимно зависят друг от друга, до тех пор, пока не будет найдено средство выразить одну и ту же величину двояким образом: это то, что называется уравнением, ибо члены, полученные одним из этих двух способов, равны членам, полученным другим»²⁴.

Обратим внимания, что благодаря такому методу, некоторая линия становится *функцией* от других величин. Это совершенно иной взгляд на геометрический объект, нежели тот, который был принят в Античности. Главными объектами греческой геометрии были линии, которые можно построить с помощью циркуля и линейки. Хотя тут говорится о построении, однако построение это столь очевидно и естественно, что никак не мешает смотреть на эти линии как на существующие сами по себе. Греческая математика исследовала и такие кривые, как эллипс, парабола и гипербола. Они назывались коническими сечениями и имели совсем другой статус, нежели окружность. Греки знали о существовании некоторых других кривых, для вычерчивания которых требовались особые устройства. Но использование такого рода устройств в геометрии вызывало критику и протесты, именно потому, что настоящие объекты геометрии не считались человеческими созданиями. А Декарт вообще не видит смысла в таком различии. Циркуль и линейка, говорит он, - тоже механические устройства. Для него важно не то, насколько сложное приспособление использовалось для

²⁴ Декарт Р. Геометрия // Декарт Р. Избранные произведения. М., 1950. С. 304.

вычерчивания кривой, а то, насколько точным может быть при этом ее задание. И «если – как это и делают – почитать геометрическим то, что определено и точно, а механическим то, что не таково, и если рассматривать геометрию как науку, которая учит вообще познанию мер всех тел, то из нее так же мало следует исключать самые сложные, как и самые простые линии, если только можно представить себе, что эти линии описаны непрерывным движением или же несколькими такими последовательными движениями, из которых последующие вполне определяются им предшествующими, - ибо этим путем всегда можно точно узнать их меру»²⁵.

Реабилитация Декартом механических кривых является еще одним проявлением возникающей в Новое время и укрепляющейся связи науки и технологий. Параллельно, различие между тем, что существует само по себе, и тем, что является продуктом человеческой деятельности, начинает терять значение.

Контрольные вопросы:

1. Что заставляет Декарта объявить «я», мышление, особой субстанцией?
2. Основные черты рационалистического метода Декарта. Какая роль отводится Декартом для эксперимента?
3. Как Декарт понимает материю? Признает ли он качественное своеобразие живого?
4. Как Декарт объясняет тяготение?
5. Какие основные законы движения формулирует Декарт? Получены ли они из эксперимента или наблюдения? Как он их обосновывает?
6. В каких аспектах предлагаемая Декартом геометрия отличается от классической античной?

5. Соединение экспериментального метода и идеала математизированного естествознания. Особенности экспериментального метода Галилея.

Соединение экспериментального метода и математизированного

²⁵ Там же. С. 321.

исследования природы мы находим у Галилея и Ньютона. Реально используемые ими методологии, в отличие от методов, формулируемых Бэконом или Декартом, гибки и многообразны. Замечательные примеры методологической гибкости дают рассуждения Галилея.

Научная деятельность Галилея связана прежде всего с защитой коперниканства. Последнее требовало разрушения представлений о Космосе античной и средневековой науки, прежде всего, разрушение идеи «лунной грани», разделяющей качественно, физически и метафизически различные миры – надлунный (высший регион, регион неизменных небесных тел и вечных круговращений) и подлунный (низший, регион несовершенных, изменчивых, разрушающийся тел).

В популярных изложениях истории науки принято писать о том, как Галилей начал наблюдать в телескоп, и сами наблюдения показали сходство надлунной и подлунной сфер и справедливость коперниканства. В действительности же все было немного сложнее. Проблема, прежде всего, заключается в том, что Галилей делает утверждения о процессах и явлениях, которые невозможно наблюдать непосредственно. В самом деле, он говорит о движении Земли и в то же время объясняет, что оно не может быть замечено нами. Он обсуждает движение без сопротивления среды, что в его время безусловно наблюдать невозможно. Он рассуждает о том, как с Луны воспринимался бы свет, отраженный от Земли, характер поверхности Луны и прочие вещи, которые в его время, опять-таки, не могли быть даны в опыте.

Недаром Галилей говорит, что наблюдать надо «не очами во лбу, а очами разума»²⁶. В практике Галилея это означает виртуозное выстраивание *способов трактовки* наблюдений и экспериментов, которые позволяют сделать ненаблюдаемое наблюдаемым. Он исходит из того, что реальные движения тел, сущность наблюдаемых явлений, не наблюдаемы непосредственно; а то, что наблюдается непосредственно, нуждается в критическом истолковании на предмет того, что именно наблюдается. Видимость отличается от реальности, и

²⁶ Галилео Галилей. Избр. Труды в 2-х тт. Т.1. М., 1964. С. 269.

подчас принципиальным образом. Отсюда становится понятным, насколько его экспериментальный метод отличается от эмпирического метода по Бэкону.

При этом Галилей исходит из того, что «зазор» между видимостью и реальностью, обусловленный позицией наблюдателя на движущейся Земле, строением и возможностями человеческого глаза, расстоянием до наблюдаемого объекта и т. д., может быть рационально определен и учтен. Искусство такого рода учета и демонстрирует нам Галилей.

Неотъемлемой частью такого искусства является умение превращать недоступное наблюдению в наблюдаемое. Сейчас мы рассмотрим несколько характерных примеров такого рода.

Например, Галилей выдвигает утверждение, что падающее тело, выйдя из состояния покоя и непрерывно ускоряясь, проходит все степени медленности. Отсюда следует, что в первые мгновения после падения тяжелое чугунное ядро имеет такую скорость, что если бы дальнейшее движение продолжалось с той же скоростью, ядро не прошло бы свой путь и за сто, и даже за сто тысяч лет. Данное утверждение вопиюще расходится с опытом здравого смысла, показывающим, насколько стремительно несется падающее ядро. Бесконечные степени медленности, разумеется, наблюдать невозможно. Это — чисто умозрительная конструкция, приложение к случаю падения определенных представлений о строении континуума. Однако Галилей находит способ сделать ее зримой и даже подтверждаемой опытом. То, что изначально было ненаблюдаемой теоретической конструкцией, заменяется мысленной *серией* экспериментальных ситуаций. Галилей в своем рассуждении заменяет падение по прямой скатыванием по наклонной плоскости. Подобная замена обосновывается тем, что скорости падения и скатывания находятся между собой в определенном пропорциональном отношении. После этого нам достаточно представить себе неограниченный ряд все более пологих наклонных плоскостей, чтобы осознать, что скатывание по ним начинается с очень малых степеней скорости. Это вполне

представимо, а также реализуемо на практике. В результате, подобная — воображаемая, но практически возможная — серия скатываний выступает как реальное, материальное воплощение такого абстрактного понятия как «сколь угодно малая степень скорости». При этом, разумеется, мы все равно не сможем наблюдать «все степени медленности». Тогда какую же роль играет предложенный эксперимент? Мысленный он или реальный? Получается, что одно нельзя оторвать от другого, поскольку реальный эксперимент служит тому, чтобы побудить нас увидеть в скатывании по наклонной плоскости – вертикальное падение, а в ряду уменьшающихся скоростей – сколь угодно малую скорость. Т.е. мысленное представление ряда все более пологих наклонных плоскостей побуждает совершить предельный переход и дополнить наблюдаемое тем, что уже ненаблюдаемо. Важно, что доступное наблюдению и ненаблюдаемое оказались связанными в одной серии непрерывных переходов.

Обратим внимание на характерные черты галилеевского метода: умозрительной конструкции ставится в соответствие модель, которая является столь же материальной, сколь и умозрительной. Именно создание моделей такого рода составляет отличительную черту развиваемого Галилеем экспериментального метода. При этом взаимопереплетение умозрительной конструкции и эмпирической модели, возможность подставлять одну на место другой, опираются на реальное предметное *манипулирование*, на возможность *создать* сколь угодно ровные и пологие наклонные плоскости. Переход умозрительного в материальное и экспериментальное оказывается возможным благодаря *технической деятельности*.

Вот еще одна иллюстрация того, как Галилей обосновывает свое утверждение, беря при этом одно явление в качестве модели другого. Галилей обсуждает факты, свидетельствующие о неровности лунной поверхности. Вопрос этот имеет важное значение для опровержения «лунной грани». Галилей стремится показать *сходство* между Землей и Луной там, где традиционная космология усматривала принципиальное различие. Он доказывает, в частности, что

только тело с неровной поверхностью может отражать свет таким образом, как это делает Луна. Поверхность Луны недоступна непосредственному наблюдению. (Заметим, что наблюдение в телескоп гор и впадин на Луне тоже не было непосредственным. Горы и впадины являются результатом интерпретации изменений видимого облика Луна в течение всей ночи). Однако Галилей предлагает наблюдение, в котором эта поверхность заменяется другими. Вместо недостижимого предмета нам предлагается его модель. Предлагаемый эксперимент состоит в том, что на шершавую стену дома, освещенную солнцем, вешается зеркало. Непосредственное наблюдение показывает, что шершавая стена кажется ярко освещенной, а поверхность зеркала кажется темной со всех точек, кроме одной, с которой поверхность зеркала выглядит нестерпимо яркой и слепящей глаза. Однако Луна выглядит безоблачной ночью одинаково яркой, откуда бы мы на нее не смотрели. Значит, ее поверхность должна быть неровной, а не такой, как у гладкого ровного зеркала.

Таким образом, опять оказывается, что без непосредственного наблюдения можно обойтись, если смотреть на вещи не очами во лбу, а очами разума, т.е. правильно истолковывать то, что доступно наблюдению. Тогда можно получить очевидность более несомненную, чем та, которую могут дать наши чувства. Обратим внимание на то, что это возможно только под определенным углом зрения, т.е. только в определенном теоретическом контексте, когда наблюдаемые предметы играют роль моделей для наблюдения чего-то другого.

Но на каком основании им присваивается такая роль? Ведь стена и зеркало плоски, а Луна шарообразна. После того, как поставлен такой вопрос, наблюдение повторяется уже со сферическим зеркалом. Таким образом, нам предъявляется новый модельный объект и проводится новое наблюдение, которое должно показать, что и зеркало сферической формы не отражает свет равномерно во все стороны. Наблюдению предшествует рассуждение, которое объясняет, что сферическое зеркало рассеивает лучи света, так что в глаз попадает только малая их часть.

В данном рассуждении Галилея мы видим последовательность

из двух модельных объектов. Галилей не претендует, что они оба, или хотя бы последний из них, достаточно похожи на Луну. Этого для его аргументации и не требуется. Ведь оба зеркала выступают эмпирическими моделями процесса отражения световых лучей. Так что, в конечном счете, и первая модель, и вторая выступают частными случаями общей теоретической модели отражения света и попадания ее в наш глаз. А без таковой теоретической модели мы и не смогли бы понять значение этих наблюдений.

И, наконец, третий пример, который мы хотели бы рассмотреть, - наблюдение за падением камня с вершины мачты движущегося корабля. Данное наблюдение вплетено в сложную структуру аргументации. Перед нами опять ситуация полемики с противниками коперниканства. Рассуждение и эксперимент Галилея должны служить опровержением опровержения: а именно, опровержения коперниканского утверждения, что Земля вращается, ссылкой на непосредственно наблюдаемый факт, что камень, падающий с вершины башни, падает по отвесной линии у ее основания. Данное наблюдение выставляется опровержением коперниканства, ибо подразумевается, что если бы Земля вращалась, то камень падал не у основания башни, поскольку за время падения камня башня переместилась бы к востоку. И это, далее, иллюстрировалось утверждением о следующем наблюдении: если корабль стоит, то камень падает с вершины мачты точно у ее основания, а при движении корабля - ближе к корме.

В ответ Галилей должен доказать, что камень, отвесно падающий с вершины башни, как и сама башня, участвует в движении Земли, поэтому по его наблюдаемому движению невозможно заключить о том, движется Земля или нет. Однако идея «участия» одного тела в движении другого без их непосредственного контакта неприемлема для его оппонентов. А наблюдаемые факты, на первый взгляд, действительно свидетельствуют о том, что Земля покоится.

Перед Галилеем стоит непростая задача: каким-то образом сделать наблюдаемым то, что наблюдать невозможно, -

движение Земли, которое мы разделяем вместе с ней. Посмотрим на то, как Галилей решает эту задачу в своем «Диалоге о двух системах мира: птолемеевой и коперниковой». В этой работе перечисляются аргументы, выдвигаемые противниками коперниканства и свидетельствующие о неподвижности Земли. В частности, упоминается и о наблюдениях за падением камня с мачты движущегося корабля.

На этом якобы наблюдении персонажи «Диалога» останавливаются более подробно. Прежде всего, Галилей устами Сальвиати, (персонажа «Диалога», выступающего рупором его идей) предупреждает своего оппонента, который носит имя Симпличио, что случай с кораблем слишком отличен от случая с Землей, ибо, если Земля вращается, то это движение для нее будет естественным, тогда как движение корабля естественным не является. Однако, указав на это различие, Сальвиати довольствуется согласием Симпличио на то, что «явления на Земле должны соответствовать явлениям на корабле» (с. 242). Итак, модельный объект выбран, в данном случае - по соглашению с оппонентом. Вслед за этим Сальвиати заявляет, что такого опыта на движущемся корабле на самом деле не проводили. Симпличио негодует:

«Сальвиати. ... Производили ли вы когда-нибудь опыт на корабле?

Симпличио. Я его не производил, но вполне уверен, что те авторы, которые его производили, тщательно его рассмотрели; кроме того, причины различия столь ясны, что не оставляют места для сомнения.

Сальвиати. Возможно, что эти авторы ссылались на опыт, не производя его; вы сами являетесь тому хорошим примером, когда, не производя опыта, объявляете его достоверным и предлагаете нам на слово поверить им; совершенно так же не только возможно, но и достоверно, что авторы поступали таким же образом, отсылая к своим предшественникам и никогда не доходя до того, кто этот опыт проделал сам, ибо всякий, кто его проделает, найдет, что опыт показывает совершенно обратное написанному, а именно, что камень всегда упадет в одно и то же место корабля, неподвижен ли тот

или движется с какой угодно скоростью. Отсюда, так как условия Земли и корабля одни и те же, следует, что из факта всегда отвесного падения камня к подножью башни нельзя сделать никакого заключения о движении или покое Земли.

....

Симпличио. Как же это, не проделав ни ста испытаний, ни даже одного, вы выступаете столь решительным образом? Я возвращаюсь к своему неверию и к убеждению, что опыт был произведен первоначальными авторами, которые на него ссылаются, и что он показывает то, что они утверждают.

Сальвиати. Я и без опыта уверен, что результат будет такой, как я вам говорю, так как необходимо, чтобы он последовал; более того, я скажу, что вы и сами так же знаете, что не может быть иначе, хотя притворяетесь или делаете вид, будто не знаете этого. Но я достаточно хороший ловец умов и насильно вырву у вас признание»²⁷.

Сальвиати предлагает представить идеально гладкую и твердую наклонную поверхность и идеально твердый и круглый шар. Положенный на плоскость, шар стал бы скатываться по наклону с ускорением настолько долго, насколько продолжалась бы данная плоскость. Если положить шар и придать ему импульс, подтолкнув его на такой плоскости вверх, то он будет двигаться с замедлением и в конце концов остановится. После этого Сальвиати ставит вопрос, что произойдет с шаром, если плоскость не имеет ни подъема, ни спуска, а расположена параллельно горизонту, и все препятствия для движения устранены.

«**Симпличио.** Я не могу открыть здесь причины для ускорения или для замедления, поскольку тут нет ни наклона, ни подъема.

Сальвиати. Так, но если здесь нет причины для замедления, то тем менее может находиться здесь причина для покоя. Поэтому сколь долго, полагаете вы, продолжалось бы движение этого тела?

Симпличио. Столь долго, сколь велика длина такой поверхности без спуска и подъема.

²⁷ Галилей. Цит.соч. С. 243- 244.

Сальвиати. Следовательно, если бы такое пространство было беспредельно, движение по нему равным образом не имело бы предела, т. е. было бы постоянным?

Симпличио. Мне кажется, что так, если бы тело было из прочного материала.

Сальвиати. Это уже предполагается, поскольку было сказано, что устраняются все привходящие и внешние препятствия, а разрушаемость движущегося тела есть одно из привходящих препятствий. Скажите мне, что именно считаете вы причиной того, что этот шар движется по наклонной плоскости самостоятельно, а по плоскости поднимающейся не иначе, как насильственно?

Симпличио. То, что тяжелые тела имеют свойство естественно двигаться к центру Земли и лишь насильственно вверх к периферии, наклонная же поверхность такова, что приближает к центру, а поднимающаяся удаляет.

Сальвиати. Следовательно, поверхность, которая не имела бы ни наклона, ни подъема, должна была бы во всех своих частях одинаково отстоять от центра. Но из подобных плоскостей есть ли где такие в мире?

Симпличио. Такие есть,— хотя бы поверхность нашего земного шара, будь только она вполне гладкой, а не такой, какова она на самом деле, т. е. неровной и гористой; такова, например, поверхность воды, когда она тиха и спокойна.

Сальвиати. Следовательно, корабль, движущийся по морской глади, есть одно из тех движущихся тел, которые скользят по одной из таких поверхностей без наклона и подъема и которые поэтому имеют склонность в случае устранения всех случайных и внешних препятствий двигаться с раз полученным импульсом постоянно и равномерно?

Симпличио. Кажется, что так должно быть.

Сальвиати. И тот камень, который находится на вершине мачты, не движется ли он, переносимый кораблем по окружности круга, вокруг центра, следовательно, движением, в нем не уничтожаемым при отсутствии внешних препятствий? И это движение не столь же ли быстро, как движение корабля?»²⁸

После этого уже неважно, проводился ли Галилеем реально

²⁸Галилей. Цит. соч. С.247 – 248.

опыт на корабле. Возможно, что и нет, ибо условия движения на реальном корабле сильно отличаются от идеальных. Тем не менее реальное здесь выступает как отклонение, под действием каких-то вполне определенных и учитываемых факторов, от идеального. Идеальная модель присутствует в нем, и Галилей учит ее видеть. Как отмечает известный отечественный исследователь А.В. Ахутин, говоря об экспериментах в «Диалоге» Галилея, «эксперимент ... понимается как способ, которым, преобразуя вещи и предметы (реальные, воображаемые, мысленные), преобразуют прежде всего само мышление. При этом те свойства предмета мышления, в которых зафиксированы интуитивно очевидные предпосылки, подвергаются такому изменению, когда становится ясной эта теоретическая обусловленность предметного опыта ...и тогда, когда открывается новая «необходимость» или мысленная очевидность. В результате часто возникает ситуация, когда воображаемый опыт оказывается гораздо продуктивнее реального»²⁹.

Обратим внимание, что в рассмотренном рассуждении Галилея движущаяся Земля заменяется модельным объектом, которым выступает корабль, а он, в свою очередь, заменяется идеализированным модельным объектом – идеально твердым и гладким шаром на идеально ровной и твердой поверхности, причем считаются устраненными все возможные помехи движению (они не перечисляются и не обсуждаются). Рассуждение движется от реального объекта и движения, которое не дано в непосредственном наблюдении, к реальному объекту и движению, которое в принципе доступно наблюдению, однако, наверное, не так легко поймать совершенно равномерное движение корабля по совершенно спокойной глади вод, и данный модельный объект заменяется идеализированным. То, что происходит с ним, в принципе наблюдаемо только «очами ума, а не очами во лбу». Однако выводы тут же переносятся на реальные объекты. Идеальная ситуация должна показать *сущность* того, что происходит в многообразии реальных.

²⁹ Ахутин А.В. История принципов физического эксперимента. М., 1976. С. 200.

При этом между идеальной ситуацией и реальными нет онтологической пропасти. Галилей убежден, что в результате определенных технических манипуляций реальное может быть сколь угодно точно уподоблено идеальному – например, плоскости сказывания шаров и сами шары могут быть сделаны сколь угодно гладкими. Таким образом, для Галилея, посредством определенных технологических действий идеальное может быть преобразовано в реальное. И поэтому теоретическое рассуждение может спокойно переходить от одного к другому, и подчас в рассуждениях Галилея даже не вполне ясно, о реальном или мысленном эксперименте идет речь.

Что касается его известных телескопических наблюдений, то и они становились наблюдением *определенных* объектов и процессов только благодаря их теоретической интерпретации, выстраивание которой включало и моделирование ситуации на объектах другого рода. Прежде всего, надо отметить, что Галилей создавал свой телескоп методом проб и ошибок. Еще не имелось общепризнанной оптической теории, опираясь на которую он мог бы обосновать адекватность данных телескопического наблюдения. Галилей проверяет адекватность телескопического образа, сравнивая его с реальными предметами на Земле. Он может собрать большой эмпирический материал, доказывающий надежность телескопа как инструмента наблюдения *на Земле*. С точки зрения принятых представлений, это еще не доказывает его надежность как инструмента наблюдения за небесными явлениями. Ведь под вопросом стояло как раз принципиальное различие надлунной и подлунной сфер. Галилей одновременно и осуществляет телескопические наблюдения, и показывает, что телескоп является надежным инструментом научных наблюдений, в той мере, в какой ему удастся строить связные, укладывающиеся в единую теорию, интерпретации этих наблюдений. Например, что касается его наблюдений пятен на Солнце, то они имели огромное значение в споре о различии или сходстве надлунного и подлунного миров, поскольку свидетельствовали о том, что на Солнце происходят *изменения*. Однако, защищая свои наблюдения, Галилей должен был прежде всего доказывать, что это не артефакт, порождаемый самим телескопом, не атмосферное явление, не какое-то

полупрозрачное небесное тело, проплывающее между Солнцем и наблюдателем. Для этого Галилей устанавливал периоды обращения пятен; показывал, что сокращение размеров и видимой скорости обращения этих пятен у краев солнечного диска укладывается в модель перспективного сокращения объекта, расположенного на вращающейся шарообразной поверхности. Галилей объясняет движение пятен, переходя к модели известных земных явлений: облака, переносимые как вращением Земли, так и хаотическим движением ветров. Решающим, с его точки зрения, доказательством того, что наблюдаемые пятна действительно принадлежат поверхности Солнца или весьма близки к ней, становится для Галилея то, что на основании исследования движения пятен он строит модель вращения Солнца вокруг собственной оси и дает оценку наклона этой оси по отношению к оси эклиптики. Можно было бы задать вопрос, доказал ли Галилей этими наблюдениями или предположил заранее однородность небесных и земных процессов? Без такого предположения из его наблюдений не получилось бы научного факта. Но решающим здесь оказывается то обстоятельство, что он не только принял эту предпосылку, но с ее помощью выявил новый факт, которого невозможно было предвидеть заранее.

Что касается галилеевского закона свободного падения, то история его открытия подробно описана в работе: Кирсанов В.С. Научная революция XVII в. М., 1987. Мы отсылаем интересующихся к этому источнику, здесь же хотим подчеркнуть, что путь, которым Галилей пришел к окончательной формулировке закона, скорее заставляет вспомнить о Декарте, нежели о Бэконе. Решающую роль играли априорные математические рассуждения, а эксперименты по скатыванию шаров с наклонной плоскости (опять модель, заменяющая изучаемое явление другим, более удобным для наблюдения) появляется в конце, когда готова формула, которую можно проверять.

Контрольные вопросы:

1. Чем экспериментальный метод Галилея отличается от эмпирического метода Бэкона?

2. Чем экспериментальный метод Галилея отличается от рационалистического метода Декарта?
3. Задание: прочитать текст *Дня второго* «Диалога о двух системах мира». Выбрать и проанализировать один из экспериментов, описываемых Галилеем.

6. Философские предпосылки идеала математизированной науки о природе у Галилея

Галилей не только развивает экспериментальный метод и показывает необходимость использования математики при изучении природы. Одновременно он создает определенное *понимание природы*. Его наиболее характерной чертой является убеждение, что реальность полностью, с любой точностью может описываться математически, и математические формы воплотимы в материи с любой степенью точности. То есть неустранимого метафизического разрыва между математическими сущностями и материальной реальностью, - разрыва, постулируемого философией Платона, - нет. Об этом ярко свидетельствует фрагмент из уже упоминавшегося галилеевского «Диалога о двух системах мира»:

Симпличио: Это доказательство (речь идет о доказательстве, что сфера касается плоскости только в одной точке) относится к сферам абстрактным, а не материальным Материальные сферы подвержены многим случайностям, которым не подлежат материальные Несомненно, несовершенство материи является причиной того, что вещи, взятые конкретно, не соответствуют вещам, рассматриваемым в абстракции.

Сальвиати: Как не соответствуют? ... Всякий раз, когда вы конкретно прикладываете материальную сферу к материальной плоскости, вы прикладываете несовершенную сферу к несовершенной плоскости и говорите, что они соприкасаются не в одной - единственной точке. А я вам говорю, что и в абстракции нематериальная сфера, которая является несовершенной сферой, может касаться нематериальной, также несовершенной плоскости, не одной точкой, но частью поверхности. Так что то, что происходит конкретно, имеет место и в абстракции. Было бы большой неожиданностью, если бы вычисления и действия, произведенные абстрактно над числами, не соответствовали

затем конкретно серебрянным и золотым монетам и товарам. Но знаете ли, синьор Симпличио, что происходит на деле и как для выполнения подсчетов сахара, шелка и полотна необходимо скинуть вес ящиков, обертки и иной тары; так и философ-геометр, желая проверить конкретно результаты, полученные путем абстрактных доказательств, должен сбросить помеху материи, и если он сумеет это сделать, то, уверяю вас, все сойдется не менее точно, чем при арифметических подсчетах. Итак, ошибки заключаются не а абстрактом, не в конкретном, не в геометрии, не в физике, но в вычислителе, который не умеет правильно вычислять. Поэтому, если у вас есть совершенные сфера и плоскость, хотя бы и материальные, не сомневайтесь, что они соприкасаются в одной точке”³⁰.

Галилей даже отрицает специфику точных геометрических форм как наиболее “умопостигаемых” и “идеальных”. Форма идеального шара в материи может быть воплощена с любой степенью точности. А дальше ставится вопрос:

“Сагрето: Я хотел бы знать, не возникает ли та же трудность при придании твердому телу другой какой-то формы, или, вернее говоря, представляется ли более трудным придать куску мрамора форму совершенной сферы, чем форму совершенной пирамиды, или совершенного коня, или совершенной саранчи.

Сальвиати: ... Отвечая на ваш первый вопрос, скажу, что из всех форм, какие могут быть приданы твердому телу, сферическая является наиболее легкой, так как она является простейшей и занимает среди всех телесных фигур то же место, какое круг занимает среди плоских. Вычерчивание круга, как наиболее легкое по сравнению со всеми прочими, одно почитается математиками достойным занять место среди постулатов, касающихся черчения всех прочих фигур. И столь легко образование сферы, что если в плоской пластинке из твердого металла сделано круглое отверстие, в котором будет вращаться какое-нибудь твердое тело, весьма грубо округленное, то оно само собой, без других ухищрений, примет сферическую форму, сколь угодно совершенную, лишь бы такое твердое тело было бы не меньше сферы, проходящей сквозь этот круг Что же касается того, как сделать коня или (как вы говорите) саранчу,

³⁰ Галилео Галилей. Цит. соч. С. 306 – 307.

то предоставляю судить об этом вам самому, знающему, что в мире найдутся очень немногие ваятели, которые способны это сделать”³¹.

Заметим, что оппонент Галилея, Симпличио, в процитированном отрывке говорит о «несовершенстве материи», и это не случайно. За его словами стоит двухтысячелетняя традиция, идущая из Античности и поддержанная средневековьем, для которой материальное начало имело более низкий статус, чем идеальные бестелесные формы, в том числе математические. Это прежде всего традиция платонизма, но не только. Галилей, как мы видим, не желает принимать подобное противопоставление низшего и высшего, материального и идеального. Это непосредственно проявляется, как мы пытались показать, в его экспериментальном методе, а также в его представлениях о роли математики в познании природы.

Галилей говорит о Книге Природы:

*“Философия написана в величественной книге (я имею в виду Вселенную), которая постоянно открыта нашему взору, но понять ее может лишь тот, кто сначала научится постигать ее язык и толковать знаки, которыми она написана. Написана же она на языке математики, и знаки ее - треугольники, круги и другие геометрические фигуры, без которых человек не смог бы понять в ней ни единого слова: без них он был бы обречен блуждать в потемках по лабиринту»*³².

Материальное начало, которое у Платона рассматривалось как хаотичный и неразумный субстрат природы, у Галилея включается в рациональность науки. “Нечистота” реальных явлений, с его точки зрения, проистекает не из различия идеи и явления, а из сложности образующих явление моментов. Отсюда и проистекает необходимость критического отношения к данным опытов своих оппонентов и галилеевский экспериментальный метод.

Напомним, что высокое значение математики подчеркивалось Платоном. Но, как уже было сказано выше, для Платона, ее назначение прежде всего в том, чтобы побудить ум воспарить

³¹ Галилео Галилей. Цит. Соч. С.309.

³² Галилео Галилей. Пробирных дел мастер. М., 1987. С.41.

над материальной действительностью. Таким образом, между методологической программой Платона и методологической программой создания математизированной науки о природе обнаруживается огромное различие. Традиция платонизма в ней действительно используется, но так, что происходит радикальное изменение представлений о цели и методах такого познания.

Что можно сказать о причинах подобной мутации платоновской традиции? Конечно, тут нельзя не отметить влияние христианских представлений о творении мира Богом из ничего. Только в русле подобной традиции и могла родиться метафора “книги природы”: вся природа целиком и полностью есть творение Бога и свидетельствует о нем каждым своим проявлением. Вся природа превращается в раскрытую книгу. *Но вопрос еще и в том, информацию какого уровня можно в ней “вычитать”, как соотнести “книгу природы” и “книгу Откровения”.* Для Галилея, материальный телесный мир - это подлинная “книга”, в которой без искажений, единственно точным и непреложным образом записано особое естественное откровение. Благодаря вечности и неизменности своих законов природа сама становится вечным, обладающим всеми достоинствами и совершенством бытием. Сама философия записана не где--нибудь, а в “книге природы”. *Такого возвеличивания материального мира не было ни в платонистической, ни в христианской традиции.*

А.Койре в своих исследованиях показал, что классическая механика обязана своим существованием не столько наблюдением за земными фактами, сколько исследованиям фактов небесных. Фундаментальный переворот, которому она обязана своим существованием, состоял в том, что была разбита стена, отделяющая земные явления от небесных. Только благодаря этому стало возможным перенести математические методы астрономии на науку о земных явлениях и создать науку о любом движении вообще.

А этот переворот, в свою очередь, мог стать возможным только благодаря радикальному изменению представлений о достоинстве земных тел и явлений. Прочитируем некоторые высказывания Галилея:

“В отношении Земли - мы стараемся облагородить ее и сделать более совершенной, стремясь уподобить ее небесным телам и в известном смысле поместить ее на небо, откуда ваши философы ее изгнали”³³.

“Я не могу без большого удивления и даже большого сопротивления слушать, как в качестве атрибутов особого благородства и совершенства природным и целостным телам Вселенной приписывают невозмутимость, неизменность, неразрушимость и т.д., и, наоборот, считают великим несовершенством возникаемость, разрушаемость, изменчивость и т.д.; сам я считаю Землю особенной благородной и достойной удивления за те многие и весьма различные изменения, превращения, возникновения, и т. д., которые непрерывно на ней происходят; если бы она не подвергалась никаким изменениям, если бы она была огромной песчаной пустыней или массой яшмы, или если бы во время потопа застыли покрывавшие ее воды, и она стала огромным ледяным шаром, где никогда ничто не рождается, не изменяется и не превращается, то я назвал бы ее телом, бесполезным для мира, и, говоря кратко, излишним и как бы не существующим в природе; я провел бы здесь то же различие, какое существует между живым и мертвым животным; ... Те, кто превозносит неуничтожаемость, неизменность и т.д., побуждаются говорить такие вещи, как я полагаю, только великим желанием прожить подольше и страхом смерти; они не думают, что если бы люди были бессмертны, то им совершенно не стоило бы появляться на свет”³⁴.

Какой разительный контраст представляют эти высказывания по сравнению с тем, что говорит Платон о мире вечном и неизменном и о мире изменчивом и преходящем! Между тем и другим лежит огромный мировоззренческий сдвиг. И именно он, этот сдвиг, обусловил то изменение в понимании предмета математизированной науки, которое мы находим у творцов научной революции XVII века по сравнению с Платоном. Обращает на себя внимание, что Галилей открыто признает глубокие личные корни двух противоположных воззрений: это отношение к смертности и бренности человеческого

³³ Галилео Галилей. Избр. труды в 2-х тт. - Т.1. - М.,1964. - С.135.

³⁴ Там же. - С.156 - 157.

существования, т.е. к плотской, телесной природе человека.

В том же ключе, что и вышеприведенные цитаты, надо понять роль доказательств по аналогии, которые так часты на страницах “Диалога о двух важнейших системах мира”. Например, вопрос о цвете и свете Луны рассматривается по аналогии с цветом лужицы воды на полу. Галилей демонстрирует подчеркнутую свободу и бесцеремонность в переходе от “высоких” небесных предметов к “низким” земным и обратно, упорно ставит в один ряд то, что традиционно ставилось на разные метафизические уровни - чего стоит хотябы поворот рассуждения от “совершенной округлости” к “совершенной саранче”!

Снятие противопоставления высшего и низшего уровней бытия в оппозициях небесного / земного, описываемого точным математическим языком / хаотически беспорядочного *явилось важнейшей мировоззренческой предпосылкой формирования классической механики.*

Онтологические и методологические предпосылки научных традиций складываются не только внутри науки и даже не только внутри “прилегающих” к ней сфер духовной жизни, каковыми являются философские концепции науки. На них оказывают влияние более широкие пласты философии, мировоззрения, идеологии. А через посредство этих связей можно было бы проследить социально-экономические детерминации. Ни Галилея, ни вообще тот комплекс метафизических и методологических идей, вызревание которого мы пытались проследить, нельзя отрывать от мировоззрения Возрождения с его утверждением достоинства человека.

Контрольные вопросы:

1. Как представлял себе роль математики в познании Галилей?
2. Как соотносятся между собой материя и идеальные геометрические формы?
3. Как связаны между собой философские идеи Возрождения и оценка возможности материи соответствовать точным, усматриваемым умом математическим соотношениям?
4. Как связаны между собой галилеевский экспериментальный метод и его представления о соотношении материи и геометрических форм?

7. Методические указания для самостоятельной работы над фрагментами работы И. Ньютона (1643 – 1727) «Математические начала натуральной философии».

1. Прочесть статью А. Койре «Гипотеза и эксперимент у Ньютона».
2. Можно воспользоваться также работами: Гайденко П.П. История новоевропейской философии в ее связи с наукой. Гл. 6 и Косарева Л.М. Рождение науки Нового времени из духа культуры. С.345 – 357.
3. Знакомясь с «Правилами умозаключений в физике» (в подлиннике «Правила философствования») обратить внимание на то, что Ньютон формулирует индуктивистскую позицию, но его текст показывает, на какие сильные предпосылки относительно природы, ее простоты и единообразия опирается индуктивизм.
4. Обратить внимание на то, какие свойства тел и на каких основаниях Ньютон принимает за «свойства всех тел вообще», т.е. основные свойства, из которых наука должна вывести и объяснить любые другие.
5. Обратить внимание, что тяготение не причисляется к таковым свойствам.
6. При изучении «Общего поучения» обратить внимание на аргументы против декартовской теории вихрей, которая названа Ньютоном гипотезой.
7. Обратить внимание, что рассуждение о Боге, с точки зрения Ньютона, в определенной мере относится к предмету натуральной философии, а именно, то, как божественное присутствие и мудрость проявляются в сотворенном мире.
8. Обратить внимание на характер, способ, употребляемую лексику при описании устройства солнечной системы.
9. Обратить внимание на эпитеты, используемые Ньютоном, когда он говорит о Боге.
10. Обратить внимание на особое понимание пространства, которое ставится в связь с Богом.

11. Обратить особое внимание на контекст, в котором Ньютон заявляет «гипотез же я не измышляю».

Контрольные вопросы:

1. Может или не может, согласно Ньютону, натуральная философия объяснить природу тяготения?
2. Как вы понимаете слова Ньютона, что «В нем все содержится и все вообще движется, но без действия друг на друга. Бог не испытывает воздействия от движущихся тел, движущиеся тела не испытывают сопротивления от вездесущия божия».
3. Как связано учение Ньютона об абсолютном пространстве и абсолютной времени и его рассуждения о вездесущии божием?

Раздел 2. Проблематизация возможностей научного познания в концепции И.Канта. Природа как конструкт познающего субъекта

1. Кантовский «коперниканский переворот» в понимании познания

“Две вещи наполняют душу всегда новым и все более сильным удивлением и благоговением, чем чаще и продолжительнее мы размышляем о них, - говорит Кант, - это звездное небо надо мной и моральный закон во мне”³⁵. Названы, действительно, вещи, в высшей степени заслуживающие созерцания и благоговения. Однако смысл высказывания Канта заключается в том, что как моральный закон во мне, так и звездное небо надо мной указывают на человека, его сущность, его возможности.

Каким образом связаны звездное небо и сущность человека? Ответ на данный вопрос приводит нас к проблемам познания и тому, как их понимал Кант.

До сих пор у нас шла речь о том, как в научной революции

³⁵ Кант И. Критика практического разума. Заключение. // Кант И. Соч. в 6-ти тт. Т. 4, часть 1. М., 1965. С 499.

XVII века сложился комплекс представлений о природе и методах ее надо познания. Это, уже как было сказано, представления, что природа подчиняется точным и неизменным законам, что во всей Вселенной одна и та же материя, что пространство однородно и беспредельно, что законы природы носят точный математический характер, что, постигнув эту законы, можно покорить природу и использовать ее на благо человечеству, что исследование природы требует экспериментов и приборов и пр. Эти представления легли в основу дальнейшего развития естествознания. Оно делало поразительные успехи и уверенно претендовало на обладание единственным правильным методом познания и надежной, обоснованной истиной.

В то же время, как мы видели, происхождение данных представлений вовсе не является научным. Они не из опыта. Напротив, они сами являются основанием для ориентации на опыт и для извлечения выводов из опыта определенным образом.

К тому же, учтем, что в наблюдении и эксперименте дается только единичное. Вывод общих утверждений из единичных может быть только индуктивным. Однако индуктивный вывод не очень надежен, тогда как *законы природы носят необходимый характер*.

Складывается ситуация, когда естествознание успешно развивается, а размышление над его основаниями выявляет их проблематичность. И появляется идея, что научное знание является *конструкцией человеческого ума*. Тогда как же оно приложимо к природе? – В силу того, что и природа оказывается конструкцией человеческого ума. Эти идеи были развиты Кантом, и с тех пор они не уходят из философской рефлексии над естествознанием. Вопросы, поставленные Кантом, встают снова и снова.

Поскольку ни эмпиризм, ни рационализм не могли удовлетворительно объяснить возможность научного познания действительности, использующего эксперимент, имеющего математическую форму и формулирующего строгие законы природы, то в этой ситуации Кант осуществляет то,

что он сам назвал «*коперниканским переворотом*» в представлениях о познании. Когда, - объясняет Кант свою метафору, - выяснились существенные трудности объяснения движений небесных тел на основе предположения, что звезды вращаются вокруг наблюдателя, Коперник попытался объяснить эти движения, исходя из *противоположного предположения*, что движется наблюдатель, а звезды покоятся. Аналогично, говорит Кант, если мы не можем объяснить, каким образом наше знание соотнобразится со своим предметом, не окажется ли более успешной попытка объяснить познание, если исходить из *противоположного предположения*, что *познаваемый предмет* соотнобразится с нашими познавательными способностями³⁶.

То, что предмет познания соотнобразится с нашим познанием означает, что процесс познания является *конструированием* предмета познания. Субъект не воспринимает предмет таким, как он есть, а *вкладывает* в него нечто от себя. Никак иначе, говорит Кант, нельзя объяснить возможность априорного познания. Субъект не может познавать априорно независимо от него существующий предмет³⁷. А вот априорное познание того, что сам же субъект привносит в объект познания возможно и объяснимо.

Но действительно ли существует априорное познание? Кант доказывает, что это так. При этом он *изменяет понятие априорности*. Кант согласен с эмпиристами, что познания не бывает без опыта. Но это признание не отменяет наличия априорного знания. Кант говорит: “Хотя всякое наше познание и начинается с опыта, отсюда вовсе не следует, что оно целиком происходит *из* опыта”. И продолжает: “Вполне возможно, что даже наше опытное познание складывается из того, что мы воспринимаем посредством впечатлений, и из

³⁶ Кант И. Критика чистого разума. // Кант И. Соч. в 6 тт. Т.3. М., 1964. С. 87 – 88.

³⁷ Декарт был убежден в том, что субъект априорно познает независимый от него объект. Декарт, как говорилось выше, обосновывает возможность этого ссылкой на природу Бога: Бог лишен зависти и потому не невозможно представить, чтобы он хотел меня обмануть. Следовательно, если в моем сознании имеются врожденные идеи, то они заложены Богом и соответствуют вещам. Для Канта эта ссылка на Бога уже не убедительна. Сам он являлся глубоко верующим человеком. Однако допущение, что Бог предназначил человека к познанию вещей как они есть сами по себе, для Канта уже не очевидно. Для Канта, человек предназначен прежде всего к соблюдению морального закона. Если не прибегать к этой ссылке на Бога, тогда получится следующее: априорные утверждения обусловлены структурой разума познающего субъекта. Поэтому они не могут описывать независимые от нас вещи как они есть сами по себе.

того, что наша собственная познавательная способность (только побуждаемая чувственными впечатлениями) дает от себя самой..."³⁸ (Т.3, с.105). Таким образом, для Канта *априорное знание* – это не то знание, которое *предшествует опыту во времени*. Это такое знание, которое, проявляясь только вместе с опытом, тем не менее *не зависит от опыта*.

Но почему Кант уверен в том, что подобное знание вообще существует? Потому что *опыт не может придать знанию всеобщность и необходимость*. Следовательно, если в науках имеются необходимые и всеобщие утверждения, значит, делает вывод Кант, в них обязательно должен быть элемент содержания, который *происходит не из опыта*, т.е. является априорным.

При этом априорными являются не только утверждения, которые не сообщают ничего нового, а только явно формулируют то, что и так мы знаем или подразумеваем (так называемые аналитические утверждения, типа «роза – растение», «существующие в пространстве тела имеют протяженность»). Кант ставит вопрос о таких априорных утверждениях, которые расширяют наше знание, дают новое содержание. Подобные суждения называются синтетическими.

Синтетические суждения называются синтетическими, потому что в них рассудок *синтезирует* различные содержания. Основанием для этого может быть опыт. Все суждения, основывающиеся на опыте, являются, разумеется, синтетическими. Опыт и есть синтетическое связывание созерцаний. Например, если в опыте мы имеем восприятие розы и ее цвета, то этот опыт будет являться основанием для синтетического суждения «роза красна».

Но могут ли, помимо них, существовать *априорные синтетические суждения*? Кант отвечает, что да. Это, прежде всего, суждения математики. В самом деле, они не имеют опытного характера и в то же время расширяют наше знание.

Далее, оказывается, что и естествознание включает в себе априорные синтетические суждения. Хотя естествознание обращается к опыту, тем не менее, оно опирается и на некоторые принципы, которые обладают всеобщностью и

³⁸ Кант И. Цит. Соч. С.105.

необходимостью. Кант приводит такие примеры: “Все, что происходит, имеет свою причину”; “При всех изменениях телесного мира количество материи остается неизменным”, “При всякой передаче движения действие и противодействие всегда должны быть равны друг другу». Следовательно, вопреки самым распространенным представлениям о научном познании, *оно не полностью обусловлено опытом, но опирается на априорную синтезирующую деятельность познания.*

И, наконец, третьей сферой синтетических суждений априори является метафизика. В самом деле, метафизическое учение не может быть только совокупностью аналитических суждений – в таком случае оно превратилось бы в простой набор определений. В то же время, метафизика обращается к объектам, выходящим за пределы любого возможного опыта, т. е. умопостигаемым. Поэтому метафизика, если она вообще возможна, должна состоять из синтетических априорных суждений.

Таким образом, исследование человеческого познания, по Канту, требует ответа на вопрос: *Как возможны априорные синтетические суждения?* Этот общий вопрос, сообразно тем основным сферам, в которых обнаружили синтетические суждения априори, подразделяется у Канта на следующие четыре вопроса: Как возможна чистая математика? Как возможно чистое естествознание? Как возможна метафизика в качестве природной склонности? Как возможна метафизика как наука?

Нас будет интересовать ответ Канта на первые два вопроса.

2. Априорные механизмы чувственного опыта

Чувственный опыт представляется здравому смыслу «просто» результатом воздействия внешних предметов на наши органы чувств. Мы не замечаем – и в принципе не могли бы заметить, - что не просто воспринимаем, но привносим в воспринимаемый предмет нечто от себя. В этом смысле априорные синтезирующие механизмы выходят за пределы

любого возможного опыта, ибо мы не воспринимаем их. В то же время, опыт был бы невозможен без этих синтезирующих механизмов, ибо, как объясняет Кант, *опыт есть синтез данных чувственного восприятия согласно некоторым априорным принципам; без них опыт был бы не знанием, а набором восприятий.*

Нормальному человеческому опыту присущи некоторые формы, которые априори привносятся в опыт субъектом. Все, что мы воспринимаем, все впечатления внешнего мира представляют собой восприятия вещей в пространстве и времени. Может быть, в будущем, на далеких планетах, в недрах земли или мирового океана человечество будет наблюдать самые неожиданные явления. Но, какими бы они ни были неожиданными, мы можем предсказать, что они будут происходить в пространстве и времени. И, поскольку мы не можем вообразить ничего вне времени и никакой внешней вещи - вне пространства, то Кант делает вывод об априорном характере пространства и времени.

Но разве, возмущается здравый смысл, не опыт учит младенца тому, что все вещи располагаются в пространстве? Нет, говорит Кант, «представление о пространстве должно уже быть дано заранее, чтобы те или иные ощущения были относимы к чему-то вне меня (т.е. к чему-то в другом месте пространства, а не в том, где я нахожусь) а также для того, чтобы я мог представлять ихне только как различные, но как находящиеся в разных местах.сам внешний опыт становится возможен благодаря представлению о пространстве»³⁹. К этим представлениям Канта в прошлом веке вновь привлек внимание крупный биолог и основоположник эволюционной эпистемологии (учения о человеческом познании с точки зрения биологической эволюции) Конрад Лоренц. Он утверждал, что априорное знание действительно существует. У людей и других живых организмов имеются врожденные когнитивные структуры, врожденные категории мышления. Без таких априорных категорий никто не смог бы накопить в течение жизни такой

³⁹ Кант И. Цит. соч. С.130. С современными данными, свидетельствующими, что у младенцев действительно могут быть врожденные пространственные представления, можно познакомиться в сборнике: Общая психология. Тексты: В 3-х тт. Т.3: Субъект познания. Книга 1. Изд.2-е. М., 2005. С. 168 – 230.

запас опытных знаний о мире, какой реально создает человек. Эти категории априорны в кантовском смысле. Но они априорны только для индивида. Вообще же они возникают в результате приспособления вида к окружающей среде и естественного отбора, и в этом смысле для вида в целом они апостериорны. Лоренц называет эти когнитивные структуры *органами*, приобретенными биологическим видом в ходе эволюции⁴⁰.

Пространство и время - это не понятия, а априорные формы созерцания. Точнее, пространство есть форма внешнего чувства (т.е. форма восприятия чего-либо как находящегося вне нас), а время есть форма внутреннего чувства, что означает организацию всего нашего опыта, как потока ощущений, переживаний и пр., следующих друг за другом. Все внешнее мы воспринимаем рядоположенно, а все свои внутренние переживания - последовательно.

Обратим внимание также на то, что пространство и время являются именно *формами* созерцания. Они определяют собой не содержание, не своеобразие тех или иных ощущений, а только общую форму их организации. Априорные формы чувственности функционируют одновременно с актами чувственного восприятия, синтезируя многообразие воспринимаемых данных в формы пространства и времени. Благодаря этому получается, что все воспринимаемые нами предметы обладают определенными пространственными характеристиками. Например, они трехмерны. Таким образом, априорные формы чувственности, определяя характер нашего восприятия, *определяют и предмет нашего восприятия.*

В то же время, Кант утверждает, что познающий субъект способен и к «чистому, внечувственному созерцанию». Он называет созерцание чистым, когда оно свободно от элементов чувственной данности. В акте чистого созерцания созерцается сама форма возможных предметов чувственного созерцания, т. е. пространственность и временность как таковые. Свидетельством того, что познающий субъект

⁴⁰ Лоренц К. Кантовская доктрина априори в свете современной биологии // журнал «Человек» . 1997, № 5.

действительно обладает такой способностью, являются, по Канту, математические науки – арифметика и геометрия.

Для Канта, характерная черта математики состоит в том, что она должна *представить свой объект в созерцании*. Т.е. математик не только мыслит, но и каким-то образом *представляет себе* свой объект. Но это есть *чистое, нечувственное созерцание*. В отличие от созерцания эмпирически существующих объектов, чистое созерцание представляет собой *конструирование* соответствующего объекта. Возьмем, например, утверждение: “Треугольник имеет три стороны”. Оно априорное (потому что треугольники, о которых говорит геометрия, не являются эмпирическими объектами опыта) и синтетическое (потому что в понятии треугольника мыслится фигура, имеющая три угла, и не более того). Такое априорное синтетическое утверждение возможно благодаря тому, что мы как бы построили пред своим умственным взором некий треугольник вообще, и потому знаем, что иначе как с тремя сторонами его построить нельзя. Т.е. конструируя такой объект, мы создаем этим условие, при котором отдельные единичные треугольники только и могут мыслиться. И в то же время мы построили его как конкретный единичный объект (точнее, это схема конструирования произвольного треугольника!) и потому можем его созерцать и формулировать относительно него синтетические и необходимые суждения.

Геометрия опирается на априорное созерцание пространства, а арифметика – на априорное созерцание времени. Кант объясняет это на примере арифметического суждения “ $7+5=12$ ”. Кант доказывает, что подобное суждение является синтетическим априори, обосновывая это следующим образом: “понятие суммы 7 и 5 содержит только соединение этих двух чисел в одно, и от этого вовсе не мыслится, каково то число, которое охватывает оба слагаемых. И сколько бы я ни расчленял свое понятие возможной суммы, я не найду в нем числа 12. Для этого необходимо выйти за пределы этих понятий, прибегая к помощи созерцания, соответствующего одному из них,

например, своих пяти пальцев, или ...пяти точек, и присоединять постепенно единицы числа 5, данного в созерцании, к понятию семи”⁴¹.

Таким образом, Кант обосновывает свою трактовку математики как науки, в которой определяющую роль играют априорные синтетические суждения, доказывая, что рассуждения в геометрии и арифметике опираются на представления особого рода: созерцание конкретного, и одновременно всеобщего объекта, который на самом деле является схемой построения возможных объектов определенного рода.

Однако современная математика далеко выходит за пределы арифметики и евклидовой геометрии, о которых рассуждал Кант. Она конструирует объекты, которые очень трудно себе представить в наглядном созерцании. Критикуя Канта, указывают обычно и на то, что в современной науке признают геометрией физического пространства неевклидову геометрию. И это заставляет поставить вопрос о том, устарело или не устарело кантово понимание математики.

Разумеется, дальнейшее развитие математики и точного естествознания потребовало развития и модификации кантовских идей. И в то же время можно привести аргументы в пользу того, что кантовский подход и его основные идеи не утратили своей актуальности. Например, Кант рассматривает евклидову геометрию как «встроенную» в наш аппарат чувственного восприятия и, вследствие этого, в структуру чувственно воспринимаемого мира. Именно благодаря этому предложения евклидовой геометрии, с его точки зрения, являются синтетическими априорными истинами. В какой мере устарело это его представление? Поскольку мы продолжаем прилагать евклидову геометрию к *миру нашего опыта*, кантово учение не устарело. Конечно, современная математика создала много теорий и конструкций, отличающихся от описаний Канта. Но она не изменила наше восприятие мира и наши способы счета окружающих нас предметов. А Кант связывает евклидову

⁴¹ Кант И. Цит. соч. С. 114 – 115.

геометрию и арифметику с *априорными формами восприятия*, а не с априорными понятиями.

Подведем некоторые итоги. Итак, Кант показывает, что чувственный опыт *имеет сложную структуру*. Его невозможно рассматривать как простой результат воздействия внешнего предмета на наши органы чувств. Внешние предметы воздействуют на наши органы чувств, но познающий субъект не является пассивным регистратором этих воздействий. Он выступает как *единство пассивности и активности; восприимчивости и спонтанности*.

Таким образом, познающий субъект изначально - не "чистая дощечка, свободная от каких бы то ни было знаков". Скорее, в духе кантианской философии, его надо уподобить компьютерной программе, определенным образом обрабатывающей данные, поступающие на его вход. Все чувственные восприятия упорядочиваются в некоторой координатной сетке, образуемой временем, имеющим одно измерение, и пространством, имеющим три измерения.

Отсюда становится понятным, почему арифметика и евклидова геометрия применимы к познанию внешнего мира. Ведь эти науки, по Канту, формулируют законы той самой координатной сетки, посредством которой мы организуем многообразие полученных нами чувственных впечатлений в трехмерную реальность, к которой и привыкли.

Здравый смысл считает, что эта реальность существует сама по себе и не зависит от того, воспринимает он ее или нет. Но если признать, что пространство и время являются формами нашего чувственного восприятия, то какие у нас основания считать, что вещи сами по себе, не зависящие от нашего сознания, рядоположены в пространстве и последовательны во времени? Поэтому Кант подчеркивает, что *созерцания дают нам только явления, а не вещи сами по себе*: "...наше чувственное представление никоим образом не есть представление о вещах самих по себе, а есть представление только о том способе, каким они нам являются"⁴². «Все, что может быть дано нашим чувствам

⁴² Кант И. Прологомены ко всякой будущей метафизике // Кант И. Соч. в 6 тт. Т.4. Часть 1. М., 1965. С. 103.

(внешним – в пространстве, внутреннему – во времени), мы созерцаем только так, как оно нам является, а не как оно есть само по себе...»⁴³.

Итак, Кант показывает нам, сколь сложную структуру имеет опыт. Поэтому отождествление знания, данного посредством опыта, с апостериорным знанием, неправомерно. Но в результате возникает проблема того, что объект нашего познания – это только явление, т.е. результат воздействия реальности на наш воспринимающий аппарат, а не вещь сама по себе, и мы не знаем, насколько явления «похожи» на вещи сами по себе.

В то же время опыт, согласно кантианскому учению, имеет еще более сложную структуру, ибо в его формировании участвует также и рассудок с собственными априорными структурами.

3. Априорные структуры рассудка и конструирование природы познающим субъектом

Исследование этих структур дает ответ на вопрос: «*Как возможно чистое__естествознание?*» Под "чистым" естествознанием подразумевается та часть науки о природе, которая не может иметь происхождения из опыта. Это всеобщие и необходимые суждения, т.е. *законы науки* (или *законы природы*). В любом реальном научном законе априорная компонента перемешана с апостериорными. Однако *сама форма закона*, т. е. его качество необходимого и всеобщего суждения, опирается на априорные основания. Зрелая теоретическая наука, как известно, отличается тем, что она формулирует законы, а не только эмпирические обобщения. Таким образом, получается, что *сама форма научности* обязана своим происхождением априорным структурам рассудка, и без них не может быть науки (а могут быть в лучшем случае коллекции сведений).

Естествознание исследует природу и формулирует ее законы. «Природа есть существование вещей, поскольку оно

⁴³ Там же. С. 101.

определено по общим законам»⁴⁴. В самом деле, ученый, подходя к исследованию того или иного явления, уже заранее знает, что оно *подчинено определенным регулярностям* (хотя пока не знает, каким именно - на это и направлено исследование), что изменения изучаемого явления имеют причину и скоррелированы с ней, что в природе ничто не возникает ниоткуда и не исчезает бесследно и т. д. Ученый исходит из того, что в природе дело обстоит именно так, потому что в противном случае его исследовательская деятельность потеряла бы смысл. Итак, до всякого исследования познающий субъект подходит к природе как подчиненной общим законам. Такой подход не вытекает из опыта, а составляет условие возможности опыта и научного исследования. Получается, что рассудок априори предписывает природе, что она *должна* подчиняться некоторым законам. Это и имеет в виду Кант.

Но откуда у рассудка такая способность *законодательства относительно природы*? Если понимать природу как существование вещей самих по себе, то, как утверждает Кант, мы вообще не могли бы ее познать: ни апостериори (поскольку опыт не дает знания с необходимостью), ни априори (поскольку вещи сами по себе не обязаны считаться с законами рассудка). Следовательно, природа - не вещь сама по себе, а явление. Она есть совокупность предметов возможного опыта.

Мы уже знаем, что опыт есть результат связывания данных чувств благодаря априорным формам, заложенным в познающем субъекте. Но только при исследовании работы рассудка мы узнаем, сколь сложным является процесс синтетического связывания, благодаря которому возникает тот опыт, который может быть положен в основание научного познания.

В самом деле: опыт должен иметь объективное значение. «Чему опыт учит меня при определенных обстоятельствах, тому он должен учить меня всегда, а также и всякого другого»⁴⁵. Разумеется, нормальный человеческий

⁴⁴ Там же. С.111

⁴⁵ Там же. С. 117.

опыт, а также научный опыт должен обладать этим свойством. Только оно и делает опыт *объективным*, т.е. опытом, в котором мы имеем дело с некоторым объектом. Но благодаря чему опыт приобретает такую характеристику?

Когда мы говорим "Комната теплая" или "сахар сладкий", то эти суждения имеют лишь субъективное значение. Это для субъекта восприятие комнаты связывается с ощущением тепла. Кому-то другому та же комната может показаться и холодной. Но вот если наблюдается, что воздух упруг, то мы мыслим, что свойство упругости присуще самому воздуху. Здесь связь между восприятиями подчинена некоторому условию, которое делает ее общезначимой. Оно привносится в опыт деятельностью связывания. Эту деятельность и осуществляет рассудок. Мы ее не замечаем в самовосприятии. Тем не менее, ее не может не быть. В самом деле: органы чувств дают нам многообразие разрозненных чувственных впечатлений: зрительных, слуховых, тактильных и пр. А в нашем опыте все это связано так, что мы имеем восприятие определенных целостных *объектов* и *их* свойств и отношений. Получается, что в опыте мы воспринимаем больше, нежели нам могут доставить органы чувств. Благодаря чему же в опыт привносится единство и определенная законосообразная упорядоченность, благодаря чему опыт приобретает объективную значимость? Благодаря деятельности рассудка. Его деятельность составляет условие любого возможного опыта. *Опыт, таким образом, есть совместное произведение чувств и рассудка.* Он формируется благодаря тому, что данные чувственного созерцания оформляются с помощью особых понятий, коренящихся в самом рассудке. Чувства дают ощущения, рассудок же беспрестанно выносит суждение о них тем, что подводит ощущения под *чистые понятия рассудка, или категории.* Категории не могут следовать из опыта, они сами есть условие всякого опыта, тогда как рассудок представляет собой *способность априори связывать и приводить многообразие наших представлений к единству.*

Без такого единства не было бы нормального опыта, составляющего основу и для научного исследования

природы. Мы привыкли считать, что это единство опыт приобретает сам собой, за счет того, что в опыте на нас действуют цельные предметы или явления, единая природа и т. п. Кант же показывает, что это единство коренится в субъекте. Оно возникает благодаря основополагающей трансцендентальной⁴⁶ структуре, присущей познающему субъекту.

Итак, мы установили, что опыт не есть простая совокупность восприятий. Восприятия превращаются в опыт благодаря действию рассудка, который привносит в опыт суждение, представляющее собой подведение некоторого восприятия под категорию рассудка. Кант приводит такой пример: "Когда солнце освещает камень, он становится теплым; это суждение есть не более как суждение восприятия и не содержит никакой необходимости: как бы часто я и другие это ни воспринимали, восприятия обычно связаны таким образом. Если же я говорю: солнце *нагревает* камень, то здесь мы кроме восприятия имеем еще рассудочное понятие причины, *необходимо* связывающее с понятием солнечного света понятие теплоты, и синтетическое суждение становится *необходимо* общезначимым, следовательно, объективным и из восприятия превращается в опыт"⁴⁷[Кант, Т. 4, Ч.1, с.119).

Трансцендентальный субъект конструирует объект, исходя из данных чувственности, в которых ему являет себя вещь сама по себе. В этом смысле, объекты мышления являются продуктами самого мышления, хотя за ними и стоит вещь сама по себе. Кант подробно анализирует этот процесс, называя его продуктивным синтезом воображения. Данные восприятия *подводятся под априорные категории*. Среди них, помимо причинности, назовем категории единства, множественности, реальности, субстанции, возможности, необходимости.

Процесс подведения данного чувственности под категорию не прост. Что общего между отдельным

⁴⁶ Трансцендентальное – это то, что выходит за пределы возможного опыта; не может быть данным в опыте, к чему, однако, приводит выяснение условий возможности опыта. Из логики рассуждений Канта вытекает, что данное понятие будет относиться к априорным структурам познающего субъекта, ибо Кант запрещает спекулятивному разуму переход от явления к вещи самой по себе.

⁴⁷ Кант И. Прелегомены... , Кант И. Цит. соч. Т.4. Ч.1. С. 119.

чувственным восприятием и категорией рассудка, чтобы их объединить? Для ответа на данный вопрос Канту приходится постулировать промежуточное звено, которое он называет "априорные категориальные схемы". Вообще, общим для чувств и рассудка является их связь со *временем*. Поэтому посредником между чувственностью и рассудком выступает время: ведь именно время есть форма внутреннего чувства.

Соответственно, априорные категориальные схемы неразрывно связаны со временем. Они представляют собой *схемы деятельности* по организации и упорядочиванию доставляемого чувствами материала. Каждая отдельная категория связана с определенной схемой деятельности рассудка и при этом обладает схематическим сходством с особой формой отношений во времени. Кант особенно подчеркивает то обстоятельство, что в основе чистых понятий рассудка лежат не какие-то статичные образы, а именно схемы деятельности. Например, говорит Кант, мы не можем мыслить прямую линию, не проводя ее мысленно; мыслить число означает мыслить метод, каким представляют некоторое множество; мыслить треугольник вообще (т.е. не остроугольный, не тупоугольный, не прямоугольный, а именно любой) означает мыслить способ построения треугольника.

Таким образом, априорные категории функционируют при конструировании рассудком объективной реальности из неопределенного многообразия чувственных данных. Они работают как правила для соединения представлений в сознании. В силу этого, естественно, категории становятся необходимыми чертами объективного мира. "Категории, - говорит Кант, - суть понятия, априори предписывающие законы явлениям, стало быть, природе как совокупности всех явлений"⁴⁸.

Поэтому рассмотрение системы априорных категорий логично подводит к теме всеобщих и необходимых законов природы: "Основоположения возможного опыта суть вместе с тем всеобщие законы природы, которые могут быть познаны

⁴⁸ Кант И. Критика чистого разума // Кант И. Цит. соч. Т.3. С.212.

априори"⁴⁹. Ответ на вопрос: «Как возможно чистое естествознание?» состоит в том, что оно возможно, во-первых, потому, что изучает явления, а не вещи сами по себе, а во-вторых, потому, что априорная, присущая самому познающему субъекту система категорий объясняет «то систематическое, что необходимо для формы науки»⁵⁰

Следует обратить особое внимание на этот момент: научное познание невозможно без определенной системы. Независимо от конкретного содержания, существует определенная *форма научности*. Она не может быть случайным результатом простого наблюдения природы. Если бы дело обстояло так, как представлял себе, например, Бэкон, то было бы совершенно необъяснимым и неожиданным, что все многообразие данных опыта укладывается в сформулированные на математическом языке законы. Более того: эти законы никогда бы не были открыты, потому что опыт может подсказать их только такому исследователю, который заранее убежден в их возможности и ищет их, придумывая эксперименты, которые показали бы ему явления в их чистой, свободной от привходящих и вносящих искажения факторов.

Перечисляемые Кантом *основоположения чистого рассудка* не потеряли своей актуальности и для современной науки. Например, суть «аксиом восприятия» заключается в том, что все явления есть величины, подчиняющиеся законам математики. Это объясняется тем, что, "как созерцания в пространстве и времени, они должны быть представляемы посредством того синтеза, которым определяются пространство и время вообще"⁵¹. Значение этого основоположения состоит в том, что "именно благодаря (ему), чистая математика со всей ее точностью становится приложимой к предметам опыта, тогда как без него это не было бы ясно само собой и, более того, вызывало бы много противоречий"⁵². Интересно, что Кант особо формулирует

⁴⁹ Кант И. Прелегомены ... С. 124.

⁵⁰ Там же.

⁵¹ Кант И. Критика чистого разума // Кант И. Цит. соч. Т.3. С.238.

⁵² Там же. С. 240.

еще одну группу основоположений, - «антиципации восприятия» - согласно которой то, что мыслится как реальное свойство объекта, данное нам в ощущении, мыслится как *непрерывное*. Поэтому, подчеркивает Кант, все явления суть непрерывные величины⁵³.

Кант продолжает свое рассмотрение методологических оснований точного естествознания, формулируя следующую группу основоположений, которую он называет "аналогиями опыта": "принцип их таков: опыт возможен только посредством представления о необходимой связи восприятий"⁵⁴. Поскольку подобные необходимые связи восприятий обеспечиваются посредством наложения априорных категориальных схем, а эти последние связаны, как говорилось выше, со временем, то отсюда вытекают «три правила всех временных отношений явлений, согласно которым можно определить существование каждого явления относительно единства всего времени»⁵⁵. Эти три правила связаны с такими модусами времени как постоянность, последовательность и одновременное существование [там же]. Первое правило, или первая аналогия опыта гласит: «При всякой смене явлений субстанция постоянна, и количество ее в природе не увеличивается и не уменьшается»⁵⁶. Обоснование данного правила заключается в том, что «все явления находятся во времени, и только в нем как в субстрате (как постоянной форме внутреннего созерцания) могут быть представлены и одновременное существование, и последовательность. Стало быть, время, в котором должна мыслиться всякая смена явлений, само сохраняется и не меняется, так как оно есть то именно, в чем последовательность или одновременное существование могут быть представлены только как его определения»⁵⁷ Но, поскольку время само по себе не может быть воспринято, то это постоянное, в чем пребывает всякое изменение, мыслится как субстанция, т.е. «реальное (содержание) явления, всегда остающееся одним и тем же как субстрат всякой смены» [там

⁵³ Там же. С. 244 – 245.

⁵⁴ Там же. С. 248.

⁵⁵ Там же. С. 249.

⁵⁶ Там же. С. 252.

⁵⁷ Там же. С. 253.

же].

Обратим внимание, что благодаря такому кантовскому истолкованию, «субстанция» из умопостигаемой сущности вещей и основной категории метафизики превращается в категорию эмпирического познания. Она лежит в основе таких принципов, согласно которым ничто не возникает из ничего и не исчезает бесследно. Думается, что Кант прав в том, что без подобных принципов познание природы было бы невозможно. Однако то, как именно мыслить это постоянное и неизменное, лежащее в основе смены явлений – как материю, энергию, материю плюс энергию или еще как-то иначе, будет определяться развитием науки.

Следующая аналогия опыта, относящаяся к временной последовательности явлений, гласит: «Все изменения происходят по закону связи причины и действия». Кант разъясняет это основоположение таким образом: познающий субъект связывает восприятия во времени, т.е. как следующие одно за другим. Однако это связывание может происходить двояким образом. Кант поясняет свою мысль двумя примерами. Первый: я схватываю многообразное в таком явлении, как стоящий передо мною дом, последовательно. Однако определенная последовательность здесь связана с воспринимающим субъектом. Его восприятия могут начаться с верхней части дома и закончиться его основанием, или иметь иной порядок. По иному обстоит дело при восприятии лодки, плывущей вниз по течению реки. Здесь ее восприятие ниже по течению следует за восприятием выше по течению. Обратного порядка в данном случае быть не может. Это означает, что должно существовать некое правило, задействованное в процессе нашего синтеза восприятий, которое делает его необратимым. В то же время, в ситуациях такого рода, мы относим последовательность восприятий к объективной последовательности самих явлений. Механизмом (или правилом) такого синтеза последовательности восприятий, когда ей придается необходимость и она «помещается» в объект, и является категория причинности. Воспринимая некоторое явление, познающий субъект помещает его в определенное место во

времени. «Свое определенное место во времени в этом отношении оно может получить только благодаря тому, что в предшествующем состоянии предполагается нечто, за чем оно всегда следует, т. е. по некоторому правилу»⁵⁸.

Поскольку речь идет о синтезе, который рассудок осуществляет по собственному правилу, то причинно-следственные цепи, возникающие в результате такого синтеза, связывают явления, а не вещи сами по себе. При этом важно понять, что, хотя познающий субъект обладает априорным механизмом такого рода связывания, это не значит, что субъект априори знает о наличии или отсутствии определенных причинных связей между известным классом явлений. Познающему субъекту может иногда удаваться такого рода связывание имеющихся у него восприятий, и тогда он говорит об открытии причинной связи в природе.

Что касается отношения одновременности, то третья аналогия опыта гласит, что мы воспринимаем или мыслим некоторые явления как одновременно существующие, лишь мысля их взаимодействующими.

На этом мы прервем наш обзор кантовского учения об основоположениях чистого рассудка и в заключение подчеркнем еще раз, что априорные категории, по Канту – это *формы мысли, которые приобретают объективную реальность только в применении к данным созерцания*. Они теряют всякое значение, если отделить их от предметов опыта и соотнести с вещами самими по себе, которые не могут быть даны в опыте. Мы можем только мыслить о таких вещах, составить себе их идею. Эта идея будет указывать на неизбежную границу познания.

Против кантовских рассуждений об априорных категориях рассудка и основоположениях чистого естествознания могут быть выдвинуты возражения того же рода, что и против априорности пространства: что современная наука изменила представления о причинности, отказалась от понятия субстанции и т. п., и потому не имеет смысла говорить об их априорности. Не означает ли это, что развитие естествознания

⁵⁸ Там же. С. 265.

опровергло Канта? Нам представляется, что нет.

Во-первых, сошлемся опять на К. Лоренца, который утверждал, что наше сознание в результате биологической эволюции оснащено аппаратом априорных категорий. В их числе Лоренц называет и категорию причинности. Так что современная наука признает: человеческое сознание не отражает мир на манер зеркала, а организует видение мира на основе собственных априорных структур. Лоренц говорит о том, что осознание того, что все законы «чистого разума» основаны на вполне физических структурах центральной нервной системы человека, и подорвало доверие к кантовским законам чистого разума, и укрепило его. С точки зрения Лоренца, эти законы являются, так сказать, хорошо работающими гипотезами, выработанными организмом в процессе успешного взаимодействия с внешней средой. Лоренц таким образом указывает как на достоинства нашего априорного органа организации опыта, так и на его ограниченность. Биологическая эволюция осуществляла отбор на приспособленность к выживанию в определенной среде. То же самое должно относиться и к априорным категориям (если считать, что они являются продуктом естественного отбора). Нет оснований ожидать, что они окажутся приспособленными для познания микро- или мегамиров. Здесь скорее надо думать о том, что познающий субъект оснащен такими категориями, которые будут затруднять постижение.

Во-вторых, априорная составляющая науки может иметь и иное происхождение. Мы обсуждали этот вопрос в предыдущем разделе. Вспомним утверждения об однородности пространства и материи, о математическом характере природы. Их нельзя назвать врожденными идеями, поскольку человечество пришло к ним только в определенную эпоху. Однако их можно назвать априорными в кантовском смысле, ибо они не обусловлены опытом, но составляют условие опыта.

Обратимся еще раз к примеру Галилея, для которого сама природа есть книга, написанная на языке математики. Такая установка может быть только априорной, потому что она не вытекает из доступного Галилею опыта, а предвосхищает любой возможный опыт. В силу этой априорной установки Галилей

переходит в рассуждении от падения камня с мачты корабля к движению идеального шара на идеальной параллельной горизонту плоскости. Мог ли реальный эксперимент на реальном корабле дать вполне определенный ответ, - это, как нам кажется, зависело бы от скорости, с какой ходили корабли в эпоху Галилея, сопротивления воздуха, качки и т. д. Но Галилей до всякого опыта смотрит на движение корабля как на воплощение идеального движения, постигаемого в мысленном эксперименте. Пусть воплощенное движение искажено массой привходящих обстоятельств, - это, во-первых, не изменяет сущности движения, а во-вторых, все привходящие обстоятельства допускают анализ и точный учет. Поэтому на опыт надо смотреть и очами во лбу, и очами разума, чтобы в фактическом узнавать идеальное.

Подводя итог, отметим заслугу Канта в том, что он подвел солидное обоснование под убеждение в наличии существенной априорной компоненты в научном знании, во-первых, и показал, как априорное взаимодействует с опытным, во-вторых. В то же время, ограниченность его позиции заключается в том, что Кант представляет априорные формы созерцания и категории абсолютными, вневременными.

4. Целесообразность в природе

Кант в своем учении об априорных основоположениях естествознания увековечил основоположения, сложившиеся в ходе научной революции XVII века, венцом которой явилась ньютонова механика.

Кант показывает, что весь мир явлений расположен в однородном пространстве, пронизан цепью причинно-следственных детерминаций. Такова природа как объект точного математизированного естествознания. Однако одновременно Кант показывает, что такая природа не является подлинной глубинной реальностью. Природа есть лишь явление, конструкт познающего субъекта, возникающий в контакте реальности самой по себе и человеческого познавательного аппарата.

Отсюда вытекает *ограничение притязаний точного математизированного естествознания*. Оно может чрезвычайно много. Но не всё. Для него неуловима человеческая свобода и основанная на ней ответственность. В учении Канта для

свободы, морали и религии находится место *вне сферы явлений*, - в области вещей самих по себе. Однако эта область лежит за пределами возможностей науки, метафизики, теологии. С точки зрения Канта, она открывается только в *нравственном опыте индивида*. А при любых попытках создавать какие-то концепции, неосторожно выходящие за пределы возможного опыта, будь то в космологии или метафизике, разум запутывается в *антиномиях*. Различение явлений и вещей самих по себе также позволяет Канту поставить вопрос о *целесообразности в природе*. Последний ставится в двух планах.

Во-первых, опыт развития науки демонстрирует удивительную черту природы как целого (На нее указывали Эйнштейн и Фейнман, процитированные во Введении, а также многие другие крупные ученые): природа позволяет описывать себя системами простых законов; более частные теории оказывается возможным обобщать или подводить под более общие. Природа как будто имеет простую и гармоничную логическую структуру.

Кант выражает это такими словами: природа *словно специально предназначена для* нашего познания. Конечно, он уже доказал нам, что природа является конструкцией рассудка. Но рассмотренные им априорные категории рассудка и соответствующие основоположения чистого естествознания не объясняют, почему эта конструкция должна быть именно такой. Подобное целесообразное устройство природы принято выражать сентенциями типа: «Природа идет кратчайшим путем»; «природа ничего не делает напрасно» и т. п. (Ср. утверждение Ньютона, что «природа проста и не роскошествует лишними причинами»). Они, в сущности, совершенно неопределенны, из них нельзя извлечь конкретных предсказаний. Нельзя сказать, где именно и в какой конкретной форме должна обнаруживаться эта целесообразность. Но наука ожидает чего-то подобного, и ее ожидания до сих пор так или иначе оправдывались⁵⁹.

Во-вторых, естествознание встречается с целесообразностью в природе, изучая живые организмы. Кант подчеркивает, что организм отличается тем, что он как будто устроен по разумному

⁵⁹ Интересные свидетельства на этот счет можно найти также в статье: Визгин В.П. «Догмат веры» физика – теоретика: «Предустановленная гармония» между чистой математикой и физикой // Проблема знания в истории науки и культуры. СПб., 2001. С. 123 – 141.

плану. Невозможно понять, что такое организм, не прибегая к понятию цели. *Организм целесообразен.* Например, крыло птицы устроено словно специально так, чтобы наилучшим образом соответствовать идее полета. С точки зрения рассудка и его категорий, подобное соответствие возможно, но в высшей степени маловероятно. Поэтому оно требует объяснения. Но каким может быть подобное объяснение? Сам познающий субъект, по Канту, конструирует природу как цепи причинно-следственных детерминаций. Соответственно, априорные основоположения естествознания предполагают, что всякое изменение будет объясняться через его причину. Наука никогда не будет удовлетворена, если не получит именно причинных объяснений.

В то же время в биологии невозможно отказаться от телеологических (т.е. прибегающих в понятие цели) принципов объяснения (например, пузырь рыбы служит для того, чтобы ..., обтекаемая форма рыбы служит тому, чтобы). Подобные объяснения служат необходимой *путеводной нитью* для наблюдений и их систематизации, - подчеркивает Кант. Поэтому допущение целесообразности как особого типа причинности оказывается необходимым для научного изучения живого. Однако, с его точки зрения, статус этого принципа не может быть таким же, как у принципа причинности. Если последний, так сказать, «встроен» в сами явления, то первый остается лишь эвристическим и организующим познание. Мы понимаем, что *мы не можем* иначе исследовать живое. «Там, где познание объектов превышает способность рассудка, мы мыслим все эти объекты по субъективным, нашей (т.е. человеческой природе) необходимо присущим условиям применения этой способности»⁶⁰.

Кант заявляет: «Вполне достоверно то, что мы не можем в достаточной степени узнать и тем более объяснить организмы и их внутреннюю возможность, исходя только из механических принципов природы; и это так достоверно, что можно смело сказать: для людей было бы нелепо даже только думать об этом или надеяться, что когда-нибудь появится новый Ньютон, который сумеет сделать понятным возникновение хотя бы

⁶⁰ Кант И. Соч. ...Т.5. С. 432.

травинки, исходя лишь из законов природы, не подчиненных никакой цели»⁶¹.

Здесь мы видим принципиальный антиредукционизм Канта, поскольку он подчеркивает своеобразие наук о живом и их несводимость к наукам типа физики. При этом различие явления и вещи самой по себе позволяет ему обойти проблему того, как совместить детерминистическую причинность, в которой прошлое состояние определяет последующее, и телеологическую, где настоящее состояние определяется будущим (целью). Кант утверждает, что эта проблема существует только для нашего рассудка. Она является следствием его ограниченности собственными априорными категориями. Отсюда понятно, почему Ньютон органического мира, который дал бы механистическое объяснение целесообразности живого, с точки зрения Канта невозможен.

Заметим, что и в случае целесообразности природы для нашей способности познания, и в случае целесообразности живых организмов, наши утверждения приобретают, говоря словами Канта, модус «как если бы». Природа как бы намекает на что-то. Но Кант категорически против того, чтобы эти намеки истолковывались как определенные положительные указания. Он убежден в необходимости соблюдать границы науки. «Согласно правильной максиме натурфилософии, - говорит он, - мы должны избегать всякого объяснения устройства природы волею некоей высшей сущности, так это будет уже не натурфилософия, а признание в том, что с ней у нас ничего не получается»⁶². Что касается религии, то путь к ней открывает, по Канту, только нравственное усилие человека по следованию моральному закону.

Контрольные вопросы

1. Как Кант переосмысливает понятие априорного знания?
2. Что такое априорные синтетические суждения?
3. Как Кант объясняет природу пространства и времени?
4. Ответ Канта на вопрос: Как возможна математика как наука?

⁶¹ Кант И. Соч... Т.5. С. 428.

⁶² Кант И. Соч. в 6-ти тт. Т.4. Часть 1. С. 152.

5. Кантово различие явления и вещи самой по себе.
6. Что понимает Кант под «чистым естествознанием»?
7. Понятие «природы» по Канту.
8. Как Кант объясняет объективную значимость опыта?
9. Учение Канта об априорных категориях рассудка.
10. Как связаны между собой априорные категориальные схемы и время?
11. Ответ Канта на вопрос: Как возможно чистое естествознание.
12. Учение Канта об основоположениях чистого рассудка
13. Как Кант понимает живое? Какой должна быть наука о живом, по Канту?
14. Принадлежат ли, с точки зрения Канта причинность и/или целесообразность вещам самим по себе?

Рекомендуемая литература

Ахутин А.В. История принципов физического эксперимента. М., 1975.

Баженов Л.Б. Обладает ли наука особым эпистемологическим статусом? // Вопросы философии, 1988, № 7.

Бэкон Фр. Новый Органон; Новая Атлантида// Бэкон Фр. Соч. в 2-х тт. Т.2. М., 1972.

Гайденко П.П. История новоевропейской философии в ее связи с наукой. М., 2000.

Галилей Галилео. Диалог о двух системах мира: птолемеевой и коперниковой. Избр. труды. В 2-х тт. Т. 1. М.: Наука, 1964.

Декарт Р. Первоначала философии. // Соч. в 2-х тт. М.: Мысль, 1989.

Йейтс Фр. Розенкрейцеровское Просвещение. М. 2004.

Кант И. Пролегомены ко всякой будущей метафизике, могущей появиться как наука (любое издание).

Катасонов В.Н. Метафизическая математика XVII века. М., 1993.

Кирсанов В.С. Научная революция XVII в. М., 1987.

Койре А. Галилей и Платон // Очерки истории философской мысли. М., 1985. С.128 –153.

Койре А. Гипотеза и эксперимент у Ньютона. Ньютон и Декарт // Очерки истории философской мысли. М., 1985. С. 175 – 266.

Косарева Л.М. Рождение Науки Нового времени из духа культуры. М., 1997.

Мах Э. Механика: Историко-критический очерк её развития. Ижевск, 2000.

Ньютон И. Математические начала натуральной философии // Пер. с лат. и комм. А.Н. Крылова. – М., 1989. – С. 30 – 37; 502 – 504; 658 – 662.

Сапрыкин Д.Л. Regnum Hominis (Имперский проект Френсиса Бэкона). М., 2001.