

К вопросу о диалектике в истории естествознания.

Дискуссия, происходившая на страницах этого журнала¹⁾ по вопросам философии естествознания в связи с принципом относительности, по мнению автора этих строк, выяснила один существенный недостаток в рассмотрении спорных проблем. Именно мне кажется, что отсутствовала необходимая ясность методологической постановки вопроса. Одни подчеркивали, напр., идеологический момент принципа относительности, другие отрицали его или считали совершенно излишним и неправильным подчеркивание этого момента. Наконец, почти отсутствовала историческая точка зрения, казалось бы единственная правильная для разбирающегося вопроса.

Поэтому вопрос о том, как конкретно прилагать историческую и философскую теорию Маркса-Энгельса к вопросам естествознания, приобретает весьма существенный интерес. Дело, к сожалению, усложняется тем, что, если приложение методологии Маркса-Энгельса к историческим и экономическим вопросам нужно считать достаточно разработанным, то нельзя того же сказать по отношению к вопросам естествознания.

Кроме „Анти-Дюринга“, „Людвига Фейербаха“, Энгельса, статьи Лафарга „Экономика, математика, естествознание“, „Эмпириокритизма“ Ленина, писем Маркса и Энгельса, работ Каутского и некоторых других менее существенных произведений различных авторов мы почти ничего не имеем. Указанные же работы лишь в самой общей форме главным образом со стороны философии касаются вопросов естествознания. Но естествознание так же сложно в своих частях, как и экономика или исторический процесс в целом. Поэтому необходим детальный анализ состава и основных движущих причин в развитии естествознания.

Дальнейшее изложение является не столько разрешением, сколько попыткой поставить вопрос во всей его широте с точки зрения диалектического материализма.

Прежде чем перейти к изложению своих соображений, автор полагает интересным дать справку о том, как излагается история естествознания буржуазными учеными, какие методологические соображения кладут они в основу своих изысканий.

Как пишут буржуазные ученые историю естествознания?

Самым общим вопросом из истории естествознания является вопрос о связи развития естествознания с развитием общества. Для нас эта связь ясна и первенство в ней принадлежит развитию производительных сил: в зависимости от этого развития прежде всего и нужно рассматривать развитие естествознания²⁾.

Все обстоятельства, все факты истории толкают на признание этой связи и буржуазных историков естествознания. Однако никакой ясности в этом вопросе мы у них не находим. Наоборот, вопрос безнадежно запутывается невольным стремлением доказать противное. Ниже будут приведены примеры лишь из двух буржуазных авторов;

¹⁾ См. статьи Тимирязева, Гольцмана, Максимова, Стукова, Невского и др.

²⁾ О том, какого рода эта связь — см. ниже.

более подробное рассмотрение их точек зрения будет сделано в особой статье.

Даннemann, автор „Истории естествознания“¹⁾, так начинает свою книгу: „Развитие наук в общем шло параллельно с прогрессом человечества, поскольку этот последний выражается в подъеме всей культуры. Вследствие этого историю естественных наук приходится привести в связь со всеобщей историей; первая может быть понята лишь в том случае, если ее рассматривают в рамках последней“ (стр. 1).

Замечая такой „параллелизм“, Даннemann однако не решается ясно задать себе вопрос и так же ясно на него ответить, есть ли здесь какая-нибудь причинная зависимость? Ему это кажется лишь вероятным, да и то не во всех случаях. Так о влиянии великой французской революции он говорит следующим образом: „с коренными переворотами, произведенными французской революцией, совпадает по времени, а до известной степени пожалуй (хорошо это „пожалуй“! А. М.) и по причинной связи, начало последнего периода в истории естествознания. Не подлежит сомнению, что огромный прогресс, сделанный в этой области науки девятнадцатым столетием, в немалой мере обусловлен был тем политическим развитием европейских народов, сигналом для которого послужила французская революция. Одновременно с декларацией прав человека и гражданина в современном государстве мир получил в подарок новую силу природы в виде гальванизма“ (стр. 5).

В другом месте рассматриваемый автор находит, что первенствующую роль в влиянии на науку в древний период нужно приписать „складу ума“, „власти политических и религиозных условий“ (стр. 59).

Однако для Даннemann'a не ясен механизм воздействия указанных факторов, он не может их разграничить и сваливает их в одну кучу. Причина этого прежде всего в непонимании хода самого исторического процесса развития общества.

Почему распалось царство Александра Македонского? Даннemann отвечает: „Греки не были способны (!) к продолжительному властвованию над остальными народами“ (стр. 50).

Почему в древнем Риме не развились науки? И тут, как возможное объяснение, Даннemann допускает такое: „Римляне, хотя и явились в истории истинными наследниками греков, но в своем стремлении завладеть миром и властвовать над ним не имели ни времени, ни склонности (!) к занятию научными вопросами“ (стр. 59).

При такой „сумбурной“ точке зрения на исторический процесс неудивительно, что Даннemann, в конце-концов, теряет из виду связь между „прогрессом человечества“ и „развитием наук“. Ему эта связь начинает казаться идущей в прямо противоположном направлении, чем она на самом деле есть. И в этом сказывается невольная склонность для буржуазного ученого протащить идеалистическую точку зрения на историю.

В древнем мире, по Даннemannу, „промышленная деятельность стояла еще на ступени ремесленной работы, не проникнутой научными принципами“. Отсюда он делает вывод, который менее всего можно было бы ожидать: „Отсутствие такой связи в древности (между наукой и промышленной деятельностью. А. М.) и было одним из условий того, что тогда могли происходить политические и религиозные перевороты таких размеров, какие по всей вероятности (!) не выпадут на долю нашей культуры, хотя последней, может быть, угрожают другие опасности“ (стр. 71).

¹⁾ См. Даннemann, История естествознания, перевод с немецк., изд. Матезис, 1913 г.

Сколько жестокой насмешкой историц над историческими взглядами различных мещан—Даннеманнов—является мировая война!

Итак, наука охраняет от политических и религиозных переворотов. Более того, по Даннеманну именно наука движет вперед развитие общества. „Благодаря сильному интересу к науке, который проявлял Карл Великий, несмотря на многочисленные войны, развитие запада прошло несколько ускоренным темпом“ (стр. 87).

По поводу нового времени Даннеманн заявляет: „Наука создала технику“ (стр. 71), „упадок науки означал бы также и конец этой культуры“ (нашего времени. А. М.) (стр. 70).

Неудивительно, что после этого у Даннеманна получается вывод о независимости науки от общественного процесса.

Переходя в своей „Истории естествознания“ к рассмотрению естествознания в новое время, он говорит: „В новейшее время наука, достигнув известной высоты, стала оказывать благотворительное влияние и на политическую жизнь, от случайностей которой она раньше должна была освободиться“... И далее: „Для понимания истории науки мы до сих пор часто вынуждены были обращаться к ходу мировой истории; в дальнейшем же история наук по указанным причинам уже не находится больше в такой тесной зависимости от течения всемирной истории“ (101—102).

Таким образом наука оказывает „благотворительное“ влияние, во сама в зависимости от исторического развития общества не находится! Пояснять полную нелепость такого взгляда не приходится.

Еще один пример, более новый и российского происхождения. Госиздатом в Берлине в прошлом году издан был ряд биографий естествоиспытателей. В том числе—биография Галилея, написанная (в 1920 г.) академиком В. Стекловым¹⁾. В биографии повествуется о борьбе инквизиции с крамольной наукой и дается оценка исторической роли математики. Стеклов приводит пример в лице монаха Каччини, доказывавшего, что математика есть наука дьявольская и весьма зловредная, и так говорит по этому поводу: „И он был глубоко прав с своей точки зрения. Не будь этой зловредной и дьявольской науки, еще целые века висел бы над Европой мрак невежества и суеверий, а церковные и опирающиеся на них светские владыки по-прежнему бесконтрольно господствовали бы над умами и телами безропотно подчинявшегося им стада. Да, эта „сатанинская“ роль математики и теперь еще не закончена“ (стр. 63).

В другом месте (стр. 75) Стеклов такую же роль приписывает книге Галилея „Разговоры о двух величайших системах мира, Птоломеевой и Коперниковой“.

Если математика противостоит невежеству, политической и религиозной надстройке, то очевидно, что и математики стоят выше „политики“, выше „заблуждений“. „Творческую работу мысли гениального человека“ (стр. 68) никакими внешними препонами остановить невозможно, „свободный ум точного исследователя и мыслителя никаким заранее определенным и всегда неподвижным лозунгам никакой партии никогда подчиниться не может“ (стр. 99),—заявляет Стеклов.

Отсюда вытекает нравоучение для политических деятелей: „С наукой дьявольской ни в каком отношении шутить нельзя и ей и ее служителям должна быть предоставлена полная во всех отношениях свобода и весь мир должен чутко прислушиваться к ее гениаль-

¹⁾ Академик В. Стеклов, Галилей, РСФСР. Госуд. Изд., Берлин 1923 г.

ным откровениям, которые проносятся над миром из века в век поверх всяких условностей данного исторического момента" (стр. 100).

Итак, и у Стеклова, как и у Даннеманна, зависимость между развитием общества и развитием естествознания искажается, затемняется и превращается в конце концов в утверждение, что не наука зависит от состояния развития общества, по нашему в первую очередь от состояния производительных сил, а, наоборот, развитие общества зависит от развития естествознания в целом или, как у Стеклова, даже от развития его части. Отсюда внеклассовая якобы позиция "ученых", вещающих миру истины и т. п.

Ясно, что при отсутствии понимания сущности, как исторического процесса в целом, так и движущих сил развития естествознания в частности, книги по истории естествознания нам мало могут помочь разобраться в разработке методологической стороны вопроса. Лишь фактический материал, собранный этими учеными в их книгах, может нами быть использован с пользой.

Поэтому я перехожу к основной части своей статьи, оставляя в дальнейшем изложении в покое буржуазных ученых.

Строение современного естествознания.

Для дальнейшего изложения необходимо, прежде всего, упомянуть о некоторой определенной терминологии, так как по отношению к естествознанию она еще не была сколько-нибудь твердо установлена. Это легче всего сделать при разборе строения современного естествознания. Это строение может касаться как отдельной дисциплины, так и всего естествознания в целом. Начнем с первого.

Строение отдельных естественно-научных дисциплин.

Было бы ошибкой, если бы мы считали, что естествознание есть или собрание идей или теорий, или вообще сумма одних лишь книжных знаний. Естествознание, как все на свете, есть нечто живое, развивающееся и отнюдь не бесплотный или книжный дух. Стоит лишь посмотреть естествоиспытателя в работе, чтобы убедиться в этом. Действительно естествоиспытатель не мыслит без двух вещей: без средств исследования и предметов исследования. Под средствами исследования я подразумеваю лаборатории, кабинеты со всем их инструментарием—приборами, аппаратами и т. д. Под предметами исследования я подразумеваю те объекты, которые исследует естествоиспытатель,—растения, животные, минералы, звезды, разные виды материи и процессов, в ней происходящих.

Непосредственным продуктом деятельности естествоиспытателей как ученых являются—факты, фактические знания о природе. Для точных наук это груды цифр, количественных характеристик предметов и процессов, исследуемых точными науками, для прочих наук—это качественные сведения, об изучаемых объектах¹⁾.

И, наконец, третьей составной частью любой естественно-научной дисциплины являются средства обработки, обобщения и объяснения, полученных естествоиспытателями, фактов. В качестве средств обобщения и обработки фактов служат, напр., матема-

¹⁾ Как пример собрания таких фактических знаний могут служить, напр.: Landolt-Bernstein, Physiko-Chemische Tabellen, и любой курс систематики растений или описательной зоологии и т. п.

тика, статистика, систематика и т. д. В качестве объяснений фактов—теории и гипотезы,—они связывают факты в целое и дают им более или менее единое объяснение.

Вот три главнейших составных части современной естественной науки. Но не во всех науках эти части одинаково развиты. Так в математике число фактов, с которыми она оперирует, очень мало и они в основном общеизвестны, так что математики-ученые даже зачастую забывают о том, откуда они взялись. Это дает повод ученым математикам признавать положения своей науки за продукт творчества свободного разума и т. д. В другом же отношении мы в ней находим гипертрофированное развитие методов обработки тех немногих фактических данных, которыми математика располагает. Средства исследования в математике почти отсутствуют. В физике, химии и физиологии мы находим более или менее равномерно представленными все составные части. Особенно гармонически развитой наукой является астрономия.

В описательных зоологии, ботанике, минералогии и т. д. преобладают предметы исследования, фактические знания и слабо развиты средства исследования, теории и гипотезы.

Однако здесь нужно указать, что введенные понятия средств обработки, обобщения и объяснения фактических знаний не нужно рассматривать метафизически, как нечто раз навсегда данное. Во-первых, это нельзя делать потому, что, напр., математика, являясь, скажем, средством обобщения фактических знаний, напр., в химии, в то же время сама по себе является выражением и обобщением некоторых общих отношений (выражаемых числом) в природе и является уже сама по себе выражением определенного фактического знания о природе.

Поэтому то, что по отношению к одному случаю будет играть вспомогательную роль средств обобщения и объединения фактических знаний, в другом случае, по отношению к другой дисциплине или по отношению к самой себе, должно быть рассматриваемо не только как вспомогательное орудие знания, но и как нечто содержащее в себе уже запас фактических знаний.

С другой стороны, необходимо иметь в виду, что деление естествознания на отдельные дисциплины скрывает их связь. Правильное понимание взаимоотношений существующих между различными частями естественно-научной дисциплины получится лишь тогда, когда она рассматривается не изолированно, но как часть целого, всего естествознания, включая и технические знания.

Строение и классификация естествознания в целом.

Изложенные соображения о строении отдельной естественно-научной дисциплины дают нам возможность понять и суть классификации всего естествознания на отдельные науки. Действительно есть науки, которые носят свое название и определяются в своем содержании предметом исследования, свойственным им. Так ботаника, зоология, астрономия получили свое название потому, что одна исследует растения, другая—животных, третья—звездный мир. Есть науки, которые определяются по средствам исследования. Так физика и химия исследуют материю и процессы, в ней происходящие, и различие их состоит лишь в различии средств исследования: метод исследования физики отличается от метода химии не тем, что в основу их кладутся различные „соображения“, а тем, что у физики и химии различная аппаратура—отсюда и различие „соображений“.

Спектроскопия, как отдельная научная отрасль, носит свое название от главнейшего орудия исследования—спектроскопа. Анатомия употребляет метод механического (скальпель и пр.) разделения своих объектов, физиология—применяет физико-химические средства исследования, гистология—микроскоп и т. д.

Есть, наконец, третья группа наук, которые определяются методами обработки и обобщения своих фактических познаний. Так статистическая механика—носит название от статистического метода обработки фактов. Математическая физика—определяется математическим методом, в ней применяемым; систематика растений определяется также своим особым методом обобщения и обработки своих фактических сведений о своих объектах. Таким образом мы видим, что в классификации естествознания нет однородности.

Имея в виду указанное выше строение естествознания и введенную номенклатуру, я перейду к рассмотрению развития естествознания, к оценке различных факторов, влияющих на это развитие. Прежде всего я рассмотрю это развитие, отвлекаясь, пока, от влияния общественной жизни, т.-е. рассмотрю элементы диалектики, присущие естествознанию, как таковому, и затем уже перейду к рассмотрению факторов, лежащих вне области собственно естествознания.

Развитие средств исследования и влияние его на науку.

В первобытном коммунистическом обществе мы не находим классов, нет там и особой касты ученых, нет и каких-либо средств исследования природы. Знания о природе создаются в процессе непосредственного производства потребительных стоимостей: процесс труда и процесс познания природы нераздельны.

С возникновением классового общества происходит обособление касты людей, занимающихся наукой: это в наиболее древние периоды обычно жреческая каста. Так обстоит дело, напр., в древнем Вавилоне и Египте. И уже в то время эта каста в своей работе по исследованию природы опирается на особые средства исследования, отдельные и отличные от средств производства, употребляемых для производства потребительных стоимостей. Так в Египте и в Вавилоне мы находим целый ряд приспособлений для наблюдения небесных явлений—звезд, планет и т. п., соответствующих по своей задаче современным астрономическим обсерваториям. Таким образом возникновение средств исследования мы открываем в столь древние эпохи, когда еще нет не только отдельных научных дисциплин, но и вообще наука не отделилась от религии.

От развития средств исследования зависит и развитие естествознания. Более того, оказывается, что развитие средств исследования есть основной, главнейший фактор в развитии науки.

Действительно окружающий человека мир дан ему вначале так, как он доступен его органам чувств. Число и подробности видимых предметов ограничены для невооруженного глаза человека; процессы природных явлений человек, не имея особых средств исследования, наблюдает только в той форме, которая встречается в природе, в форме зачастую оченьсложненной и запутанной перекрещающимся влиянием различных факторов и т. д. И лишь возникновение и развитие средств исследованиядвигает познание человека далеко за пределы, отведенные ему его физиологической организацией и физическими условиями окружающей среды.

Особенно наглядным примером развития познаний человека в

зависимости от состояния средств исследования является история астрономии. Действительно простым глазом можно видеть в обоих полушариях звездного неба не более 6.000 звезд. На одном горизонте их видно около 2.000. Не имея никаких приспособлений, невозможно иметь никаких точных представлений о расположении и движении звезд и планет. И вот развитие астрономии идет вперед в той мере, в какой развиваются средства исследования.

Ранее всего возникла потребность в наблюдении и более точном определении движения луны и солнца. Связь движения солнца с периодами времен года замечена была на самой ранней стадии развития человеческого общества. Однако непосредственное наблюдение глазами не дает возможности определить, скажем, момент летнего или зимнего солнцестояния, когда солнце „поворачивает“ от лета к зиме или наоборот. Нужны были средства исследования для определения этого момента.

Таким приспособлением является простой вертикально поставленный шест, который у греков назывался „гномоном“. По длине отбрасываемой тени можно было судить о моменте летнего или зимнего солнцестояния, когда отбрасываемая тень наибольшая или наименьшая. По отношению к китайцам достоверно известно, что они употребляли такое приспособление уже в XI веке до Р. Х. Так было определено, что продолжительность года около 360¹⁾ дней. Дальнейшим шагом вперед было введение в качестве инструмента круга, разделенного на части. Как раз число дней в году, приблизительно равное 360, послужило основанием к делению окружности круга на 360 частей. Изобретение инструмента с деленным на градусы кругом дало возможность для более точного определения высоты солнца, луны и звезд. Накопление сведений о движении солнца позволило определить наклон эклиптики к экватору и т. д. У греков такие инструменты употреблялись уже в VII в. до Р. Х. Это дало возможность накопить наблюдения не только о движении солнца и луны, но и планет и определить пути их движения через созвездия.

С другой стороны, эти же инструменты дали возможность определить и размеры самой земли. Так Эратосфен (276—195 до Р. Х.) определил величину окружности земли. Аристарх (род. 276 до Р. Х.) определил расстояния луны и солнца. В то же время был составлен один из первых звездных каталогов.

Из греческих астрономов знаменит Гиппарх (работавший в период 160—125 г.г. до Р. Х.), значительно усовершенствовавший употреблявшиеся тогда инструменты. Им, напр., для более точного визирования введены были в употребление перекрестные нити. Пользуясь своими инструментами, он определил положение более тысячи звезд и составил их каталог. Он же заметил неравномерность в движении солнца и луны. Более точно определил продолжительность года. Заметил так называемое предварение равнодействий или прецессию и т. д. Уже в этот древний период, благодаря тогдашним инструментам, был накоплен богатый фактический материал. Уже тогда умели, сравнительно, точно предсказывать лунные и солнечные затмения. Уже тогда выяснилась сложность движения солнца, луны и планет, требовавшая все более и более сложных объяснений. Календарь, употреблявшийся в России до последней революции, так называемый Юлианский, был введен еще в 46 году до Р. Х. Все эти наблюдения не могли быть накоплены без астрономических инструментов.

¹⁾ Очень рано было определено, что эта продолжительность близка к 365 $\frac{1}{4}$ дней.

Конец средневековья и начало нового времени начинают в области астрономии свое движение почти с того же пункта, на котором остановилась древняя астрономия. Дальнейшее развитие ее еще более яркий пример зависимости развития науки от развития средств исследования.

Тихо Браге, знаменитый астроном (1546—1601), еще не знаяший телескопа, употреблял совершенные инструменты, в принципе очень сходные с употреблявшимися в древности. Это дало ему возможность составить новый каталог звезд. Он же, измерив движение комет, первый доказал, что кометы не атмосферные явления, как полагали до него. Накопленный Тихо Браге фактический материал сыграл в дальнейшем развитии астрономии колossalную роль.

Однако до тех пор, пока в качестве оптической системы во всех этих инструментах играл роль обыкновенный человеческий глаз, нельзя было идти дальше известного предела в накоплении фактических знаний. Скачком вперед в этой области является изобретение телескопа.

Галилею (1564—1642) приписывают славу первого применения телескопа для астрономических наблюдений. Сам, изобретя конструкцию трубы, названной по его имени, и совершенствуя ее, он сделал ряд крупнейших открытий. Так он открыл, что лунная поверхность покрыта горами, приблизительно определил их высоту, открыл солнечные пятна и вращение солнца вокруг оси; заметил, что Венера имеет фазы, как и луна; открыл четырех спутников Юпитера и первый наблюдал кольца Сатурна, хотя и не узнал действительное их строение. Число неподвижных звезд, видимых в его телескоп, увеличилось почти в десять раз. Вот краткий перечень открытий, связанных с первым наблюдателем в только что изобретенный телескоп. Дальнейшее совершенствование телескопа несло все новые и новые открытия. В 1781 году Гершель открыл планету Уран¹⁾. Все более и более накапливались и делались все более точными наблюдениями.

Число видимых в телескоп „неподвижных“ звезд все увеличивалось и теперь оценивается, примерно, в 100 000.000 штук. Было подмечено и определено движение считавшихся ранее неподвижными звезд и определено расстояние их от солнечной системы и т. д.

Таким образом мы видим самую непосредственную зависимость развития астрономии от развития средств исследования. Хотя это развитие и не идет равномерно, и моментами замедляется или скачком движется вперед, мы можем проследить эту зависимость на таком протяжении, на каком ее нельзя проследить почти ни для какой другой науки. В этом отношении развитие астрономии является классическим.

Если в астрономии развитие средств исследования есть очень длинная цепь событий, то в некоторых областях знания о природе изобретение средств исследования есть достояние значительно более позднего времени и приводит к еще более бурному, еще более наглядному и до некоторой степени неожиданному развитию. Так микроскоп вызвал к жизни все учение о клетках и тканях. Спектроскоп дал возможность исследовать химический состав не только земных, но и небесных тел. Изобретение фотографической пластиинки также имело чрезвычайно большое влияние на развитие различных областей знания.

¹⁾ Древние из планет и движущихся светил знали семь, видимых невооруженным глазом: Сатурн, Юпитер, Марс, Солнце, Венеру, Меркурий и Луну.

Начало новейшего развития химии, как известно, связывается с применением точных весов и т. д. и т. п.

Из всех этих примеров с полной наглядностью и убедительностью вытекает положение о зависимости развития естествознания от развития средств исследования.

И нужно отметить, что эта зависимость настолько бросается в глаза, что ее в большей или меньшей степени подчеркивают и многие из историков естествознания, зачастую не стоящих на сколько-нибудь последовательной материалистической точке зрения. Так Агнеса Кларк, автор „Общедоступной истории астрономии в XIX столетии“¹⁾, хотя в последней главе своей книги все же отмечает, что „развитие до возможных пределов мои телескопа является насущным вопросом, первым условием успехов современной астрофизики“ (стр. 619). В другом месте она говорит: „Нет ни одного астронома, заведывающего обсерваторией, который не чувствовал бы себя связанным в своих планах, если только нет у него в распоряжении инструмента большего, чем 15 дюймов (38 см.) в отверстии; всякий астроном мечтает о лучших инструментальных средствах, не только ввиду возможности какого-либо открытия, но также и в целях систематической работы в избранном направлении. Постоянно составляются планы постройки телескопов громадных размеров и некоторые из них уже выполнены“ (стр. 625).

Значительно более правильным с принципиальной точки зрения является взгляд авторов, занимающихся историей развития, именно средств исследования. Так Герлянд и Траумюллер в своей „Истории экспериментального искусства в физике“²⁾ так оценивают роль научных приборов, которые они ставят на ряду с техническими орудиями и оружием: „познание природы достигается только с помощью орудий, с помощью инструментов разного рода; от их совершенствования зависит и развитие культуры“ (стр. 1). История их развития—важная часть истории культуры вообще. До сих пор на это мало обращалось внимания, хотя это развитие и должно было бы быть центральным пунктом. „Поэтому,—заключают авторы,—если остается ощущительная пръеха в нашем знании, когда мы не знаем средства, посредством которых достигнуты нами удивительные успехи, то и познание результатов естествознания очень несовершенно, если мы оставляем в темноте средство, их достижения. Полное знание истории физики требует таким образом истории физических приборов и их употребления“. (стр. 2).

Не касаясь здесь вопроса о том, в каком отношении находятся между собой орудия техники и средства научного исследования, мы еще раз и на вышеприведенных цитатах видим подтверждение зависимости развития естествознания от развития средств исследования.

Теперь перейдем к вопросу о зависимости развития науки от развития средств обобщения, обработки и объяснения фактических знаний.

Развитие средств обобщения, обработки и объяснения фактических знаний и влияние его на развитие науки.

Непосредственным продуктом научной работы, экспериментирования или наблюдения с помощью данных средств исследования

¹⁾ Издана в русском переводе издательством „Матезис“ в 1913 г.

²⁾ Gerland und Traumüller Geschichte der physikalischen Experimentier Kunst, Leipzig 1899.

являются фактические знания. Напр., наблюдая небесные явления, мы накапляем все больший и больший запас сведений о размерах и движении планет и звезд, об их расстоянии, химическом составе, температуре и т. д. Однако в том виде, в каком фактические данные зачастую получаются как непосредственный продукт работы ученого с средствами исследования, они мало пригодны для целей объяснения явлений и использования их для общественных потребностей. Эти непосредственные данные, для того, чтобы они сделались пригодными, нужно обработать, обобщить и объяснить.

Так, напр., отдельные данные, полученные из наблюдений движения планет, еще не дают никакого представления об этом движении; эти разрозненные данные нужно обработать, обобщить, связать воедино и объяснить. Для этой цели служит весьма сложный комплекс выработанных для этой цели наукой методов: математика во всех ее разветвлениях, систематика, с различными своими системами, теории, гипотезы и т. д.

Эти методы развиваются, изменяются и оказывают на развитие науки ускоряющее, а иногда и замедляющее влияние.

Все эти методы исходят из уже накопленных фактических знаний, основываются на них. В возникновении разбираемых методов первичным и по происхождению предшествующим являются фактические знания. Но, раз возникнув, методы обобщения, обработки и объяснения фактических знаний, в свою очередь, влияют на накопление фактических знаний и на развитие средств исследования. Получается взаимодействие, в котором роль основания, первичного фактора принадлежит процессу накопления фактических знаний.

Сначала посмотрим на развитие методов обработки и обобщения фактов и на влияние, оказываемое этим развитием на успехи естествознания.

Так, уже в древне-греческий период накоплен был значительный для тогдашнего состояния средств исследования запас фактических знаний по зоологии, ботанике, минералогии, астрономии и другим отраслям естествознания. Аристотелю и его ученикам принадлежит в значительной мере заслуга приведения в порядок, систематизации накопленных знаний.

Так, самим Аристотелем была произведена систематизация сведений о животных. Прежде всего он подразделил их на два крупных, главных отдела — на кровеносных и бескровных. Первый отдел он подразделил в свою очередь на млекопитающих, пресмыкающихся и земноводных, птиц, китообразных и рыб. Второй отдел на мягкотелых или головоногих моллюсков, на ракообразных, мягкотелых с твердой ломкой раковиной, куда относились моллюски, кроме головоногих; к этой группе примыкали морские ежи, актинии, асцидии, губки и некоторые др. животные и, наконец, ко второму же отделу Аристотель причислял насекомых, включая паукообразных и многоножек¹⁾). Произведя классификацию и систематизацию тогдашних знаний о животных, Аристотель описал около 500 различных видов животных. Такую же работу по отношению к ботанике и минералогии произвел ученик Аристотеля — Теофраст.

Не касаясь других попыток систематизации знаний в древние и средние века, мы бегло укажем на дальнейшее развитие систематики, начиная с XVI века. Конрад Геснер (1516—1565) произвел сводку материала по зоологии и ботанике. Он расположил животных

¹⁾ Названия взяты в соответствии с современной номенклатурой. См. Филиппов, Философия действительности, II. 1897, стр. 297 и сл.

в алфавитном порядке, что было шагом назад по сравнению с Аристотелем. По отношению к ботанике такую же работу произвели Бок (1498—1554) и Брунфельс. Несмотря на эти недочеты, на животных, растения, а также и ископаемые окаменелости, благодаря накоплению фактических сведений, стали смотреть более правильно, чем ранее. Этому пособляло также развитие анатомии и геологии.

Дальнейшее развитие систематики принадлежит по отношению к ботанике работам Рэя (1628—1705), введшим деление на двусемядольные, односемядольные и бессемядольные (тайнобрачные) и другие более мелкие подразделения. Большое значение для дальнейшего развития ботаники имело доказательство и ранее предполагавшегося факта о половой дифференцировке растений, т.-е. существование мужских и женских органов или даже особей в растительном царстве.

Однаковое значение как для ботаники, так и зоологии имело изобретение микроскопа, и благодаря последнему открытие микроскопической структуры животных и растений и мира невидимых не вооруженным глазом существ. Благодаря этим открытиям была выдвинута мысль¹⁾, отвергавшая идеи древних и в том числе Аристотеля о самозарождении живых существ. Теперь пришли к убеждению о происхождении всего живого из яйца, произведенного животным того же вида, при чем основывались, прежде всего, на изучении эмбриологии живых существ. Твердое установление этого взгляда и детальное изучение видов животных и растений привело к устраниению многих заблуждений, обильно встречавшихся в сочинениях древних авторов, пользовавшихся еще на заре нового времени огромным авторитетом. Поэтому вполне естественным является то, что в систематике XVIII века утвердился господствующий взгляд о том, что виды животных и растений неподвижны, не превращаются друг в друга.

В дальнейшем развитии систематики животных и растений большую роль сыграл Линней (1707—1778). Он установил удобную, простую номенклатуру (т. н. двойную), включающую в себя название рода и вида. В основу систематики растений он положил строение цветка: число и расположение тычинок. Все растения делились на две группы: явнобрачные и тайнобрачные (бесцветковые). Первая группа распадалась на 23 класса, вторая состояла из одного класса. Линней сам сознавал, что в основе его классификации лежит признак, не стоящий в полной и тесной связи с прочими свойствами и строением растения. Его классификация была поэтому искусственной. Однако сам Линней указал те группы растений, которые по его мнению не являлись искусственными. Тем не менее, Линней чужд был идеи эволюции и утверждал, что „мы насчитываем столько видов, сколько их создало в начале божественное существо“.

В зоологии Линней всех животных делил на шесть классов: млекопитающих, птиц, гадов, рыб, насекомых и червей. К последнему классу Линней отнес всех тех животных, которые не входили в предыдущие классы. Большим шагом вперед было то, что человек, как особый вид, был введен в систему животного царства и поставлен во главе отряда приматов.

Линней занимался также и систематикой минералов. Дальнейшее развитие систематики ботаники связано с работами Б. и А. Жюссье (1699—1777 и 1748—1836).

Первый из них установил деление растений на тайнобрачных и явнобрачных; последние делятся на однодольные, двудольные и хвойные. Второй из Жюссье далее разработал эту систему. Но ни Жюссье,

¹⁾ Сваммердам (1637—1685).

ни продолжателю их дела Декандолю (1778—1841) не удалось установить правильного взгляда на родство растений. Для этого все еще не хватало сведений по анатомии и эмбриологии растений, по фитопалеонтологии и т. д. Поэтому взгляд о неизменности видов все еще оставался непоколебленным, несмотря на то, что были защитники и противоположной точки зрения.

Идею эволюции для растительного и животного мира и родства между этими двумя царствами природы защищали, напр., Бюффон (1707—1788) и Ж.-С. Илер (1772—1844).

Напротив, распространение приобрели взгляды Кювье (1769—1832). Он был талантливым исследователем. Очень основательно изучил животное царство и пришел, между прочим, к убеждению, что соединяемые в один класс червей животные не являются одним классом, а несколькими. Особенно известен стал Кювье своими работами по изучению ископаемых форм животных. Он настолько хорошо изучил животный мир, что по отдельной кости вымершего животного восстанавливав весь его вид, всю его структуру. Сравнивая строение различных животных, Кювье положил основы сравнительной анатомии животных. На основании своих работ он не нашел единство животной организации и пришел к выводу, что все многообразие животных форм может быть сведено к некоторым основным типам строения, именно, к типам позвоночных, мягкотелых, членистых и лучебразных.

Для объяснения же происхождения ископаемых форм, отличных от современных, он выдвинул теорию катастроф, по которой каждый период существования жизни на земле должен был заканчиваться катастрофой, уничтожавшей все живое. После каждой такой катастрофы новым творческим актом снова создавались живые существа по основным типам строения, остававшимся неизменными и как бы служившим образцами. Такой взгляд мог держаться благодаря тому, что палеонтология еще не была достаточно разработана и не были достаточно известны промежуточные формы между ныне существующими видами живых существ и между ископаемыми.

Однако развитие палеонтологии к половине XIX в. эти данные дало. К той же поре накопились богатые сведения по физиологии животных. Изобретение ахроматических линз двинуло значительно вперед микроскопические исследования и дало много новых данных о развитии растений и животных.

К тому же нужно прибавить все увеличивавшийся объем фактических знаний по систематике. Если Аристотель описал около 500 видов животных, то к 1850 году по тому же отделу животного царства, которое было описано Аристотелем, было известно уже около 100.000 видов. Число же всех известных видов животных к 1850 году достигало, примерно, 1.500.000 видов.

Только принимая во внимание этот долгий путь накопления и систематизации фактических знаний, в добывании которых участвовали различные дисциплины (в том числе и физика и химия—в лице физиологии и анатомии), мы поймем всю историческую неизбежность открытия Дарвина о происхождении и превращении видов. Помимо всех прочих знаний Дарвин привлек для своих выводов и выводы практического опыта по искусственноному отбору в скотоводческих хозяйствах. Но раз установлена была идея превращения видов из одного в другой и развития животного царства от одноклеточных до сложнейших, то эта идея стала руководящей для систематики животного царства. Учение Дарвина, возникнув само из классификаций животных, явилось важным инструментом для проверки правильности

этих самых классификаций. Его учение требовало исправления классификаций там, где они не соответствовали учению об эволюции; там, где между родственными формами не хватало промежуточных звеньев, теория эволюции их предсказывала. Открытие, напр., промежуточных ископаемых форм между человеком и обезьяной было и подтверждением, и следствием теории эволюции.

Таким образом, рано ли или поздно систематизирование, обобщение, обработка фактических знаний приводит к объяснению явлений, а затем и к предсказанию.

Это еще лучше и нагляднее можно видеть на примерах из учения о неживой природе.

Систематика играла и играет большую роль также и в химии. Еще несколько столетий тому назад химики пытались располагать известные им вещества в таблицу по „сродству“, по способности к взаимным реакциям. С открытием элементов и установлением атомистической теории в современном ее виде эта же задача встала по отношению к элементам. Препятствием к успешному установлению системы элементов было, между прочим, и то обстоятельство, что не было исчерпывающего метода для определения атомного веса для всех элементов. Для некоторых элементов атомный вес определялся как кратное некоторого числа, однако не было методов, которые бы вне всякого сомнения давали бы необходимый множитель, определявший атомный вес. Поэтому до окончательного установления „естественной системы“ элементов в классификации руководствовались не только строго установленными данными, но и догадкой.

Так Деберейнер в 1829 г. указал на естественные группы таких элементов, как хлор, бром, иод; или сера, селен и теллур. В каждой такой триаде атомный вес среднего элемента есть среднее арифметическое двух других.

Особенным толчком к нахождению связи между атомным весом и свойствами элементов было развитие органической химии. В последней ее соединения могли быть расположены по „гомологическим“ рядам, при чем член каждого ряда мог рассматриваться как продукт закономерного усложнения из некоторого первоначального вещества. Взгляд на общее происхождение всех элементов из некоторого первичного вещества, именно водорода, был еще высказан Пру в 1815—16 году. Однако препятствием к проведению такой точки зрения на элементы являлось то, что атомные веса трудно было изобразить как кратные не только вод рода, но даже нескольких обычно-гипотетических веществ. Такая попытка сделана была Дюма в средине XIX в.

Все более подробное изучение химических свойств элементов и их атомных весов ёакопляло материал для более удачных классификаций элементов. Так, Одлинг в 1864 г. опубликовал таблицу, в которой были расположены по свойствам и в зависимости от атомного веса около пятидесяти элементов.

Другие такие же попытки принадлежат Шанкуртуа (1862) и Ньюленду (1864). Последний расположил элементы по октавам. Однако система октав была отвергнута, так как в ней не оказалось места для вновь открытых элементов.

И лишь Менделееву в 1869 г. удалось подметить основную закономерность в зависимости между свойствами элементов и их атомными весами: свойства элементов являются периодической функцией атомных весов. Менделеев не остановился перед тем, чтобы усомниться в правильности определения атомных весов некоторых элементов и перенес их в своей системе туда, где им было место по их свойствам. В некоторых же местах системы он указал на пробелы.

Пользуясь своей таблицей элементов и на основании свойств известных элементов и их соединений, Менделеев предсказал существование и свойства трех неизвестных элементов и их соединений. Это предсказание в течение ближайших полутора десятков лет, после опубликования работы Менделеева, блестяще оправдалось, и было торжеством периодической системы.

Таким образом и здесь мы видим, что систематизация фактических знаний приводит к установлению естественной зависимости изучаемых объектов и к предсказанию и открытию еще неизвестных.

Гипотеза Пру не только устанавливала связь между атомными весами элементов, но и объясняла ее, считая водород первичной материей. Однако несогласие этой гипотезы с фактическими сведениями о величинах атомных весов делало ее неприемлемой. Менделеев был решительным противником идеи эволюции химических элементов. Он считал их индивидуально различными и несводимыми к какой-либо первоматерии.

Тем не менее, дальнейшее развитие физики и химии, учение о радиоактивных веществах и об электронном строении материи привело хотя и в новой форме к торжеству идеи Пру о взаимном превращении элементов и о первичной материи.

Учение о радиоактивных веществах и строении атома объяснило сущность периодической системы элементов.

Таким образом и здесь в конце концов обработка фактических знаний, их систематизация закончилась объяснением изучаемых явлений и объектов.

Еще один пример из астрономии о систематизации фактических знаний.

Уже ко времени Кеплера достаточно точно были определены расстояния планет от солнца. Сам Кеплер пытался найти закономерность между числовыми величинами этих расстояний. Другой попыткой был закон, установленный Тициусом в 1766 г. и явившийся простым обобщением фактических данных. По этому закону расстояния планет выражались простым уравнением: $0,4 + 0,3 \cdot 2^n$ (где n — числа 1, 2, 3 и т. д.)¹). Подтверждением этой закономерности явилось открытие Урана. Но так как для случая, когда $n=3$, не оказывалось (между Марсом и Юпитером) планеты, то образовалось даже особое общество астрономов по разысканию предполагаемой и неизвестной до той поры планеты. В 1801 году такая планета была открыта Пиацци и окончательно доказана Цахом в конце того же года. После этого был открыт еще целый ряд малых планет, расположенных, примерно, на том же расстоянии²).

Таким образом и здесь обобщение фактических знаний о расстоянии планет привело к установлению закономерности, на основе которой сделаны были предсказания и открытия.

Последний пример уже с достаточной наглядностью показывает роль математики, как средства обработки и обобщения фактов.

Именно, математика является наиболее совершенным и наиболее могучим и распространенным средством обработки и обобщения фактических знаний.

Благодаря тому, что в основе теории математики лежат самые общие свойства материи, что эти свойства проявляются во всех прочих явлениях, как бы сложны они ни были, именно это дает возможность

¹⁾ См. R. Wolf, *Geschichte der Astronomie*, 1877 г., стр. 683; то же у Лакур-Аппеля, Историческая физика, т. I, стр. 295.

²⁾ Астероиды или малые планеты Паллада, Церера, Бруния и др.

прилагать математические операции ко всяческим явлениям. Для всех почти наук до сих пор¹⁾ не играл практической роли вопрос о том, верны ли, напр., такие положения математики, как „целое больше своей части“, или „сумма углов треугольника равна двум прямым“ и т. д., лежащие в основе математики. Эти положения, выражавшие фактические основы математики, принимались незыблемыми другими науками, и с этой точки зрения для них математика была и есть прежде всего метод счисления, метод или средство обработки и обобщения их фактических знаний.

Но отмеченное выше фактическое обоснование математики не есть, конечно, незыблемое, и основные ее положения подлежат такому же сомнению и экспериментальной проверке и изучению, как и в прочих экспериментальных науках.

Именно та часть математики, которая учит об ее основах (об основаниях арифметики, анализа, геометрии), ставит ее наряду с другими науками о природе и делает ее ветвью естествознания.

Но нас вданном случае интересует не вопрос о фактических основаниях самой математики (этот вопрос обширен и требует особого освещения ввиду своеобразия соотношений, встречающихся в математике), а вопрос о математике, как методе, как средстве обобщения и обработки фактических знаний.

Одним из существенных двигателей в развитии математики была именно потребность в обработке, в обобщении различных фактических знаний. Так, потребности астрономии вызвали к жизни тригонометрию, и в древности последняя считалась частью первой. Потребности торгового и иного счетоводства и учета были одной из причин развития арифметики. Землемерие создало в Египте геометрию и т. д.

Математика, как орудие счисления, вырабатывалась очень медленным и долгим путем, связанным с перипетиями всемирной истории. В настоящее время, напр., обозначение неизвестной величины через x , y или z вошло даже в разговорный язык. Однако до тех пор, пока Декартом (1596—1650 г.г.) было введено это обозначение, математика должна была проделать долгий путь развития. От счета по пальцам и на камешках медленно переходили к счету на цифрах. Самая цифровая символика потребовала многих столетий (или, вернее, тысячелетий), прежде чем она установилась в том виде, в каком она теперь существует в алгебре²⁾.

Потребности счисления, особенно связанные с астрономией, вызвали еще в древне-греческий период составление первых тригонометрических таблиц, указывающих зависимость между хордой и углом (таблицы Гиппарха и Птоломея). В период средних веков и нового времени эти таблицы и сама тригонометрия были усовершенствованы. Та же потребность вычислений привела к созданию логарифмических таблиц.

Вместе с тем математика в лице арифметики, алгебры и геометрии все более развивала свои положения о зависимости изучаемых ими величин в виде теорем; совершенствовала способы своих доказательств.

Новое время ознаменовалось слиянием учения о раздельных величинах и сплошных в лице дифференциального и интегрального счислений.

¹⁾ По крайней мере до новейшего периода развития естествознания.

²⁾ См. об этом, напр., Ф. Кэджори, История элементарной математики, Матезис, 1917 г. См. также очерк по истории математики в 1 томе Лоренца Элементы высшей математики.

Семнадцатый век был веком начала бурного роста естествознания. Накапливались все новые и новые знания о природе. В этом процессе и под влиянием его и создались дифференциальное и интегральное счисления. Исследование различных движений, их путей и скоростей, исследование всяческих процессов, выражаемых количественно, вычисление площадей и объемов криволинейных фигур и т. д., и т. п. не могло быть решено старыми средствами. Нужен был новый метод и его дал анализ.

Если дифференциальное и интегральное счисления в значительной мере создались под влиянием потребностей бурно разраставшегося естествознания, то в свою очередь, возникнув, анализ оказал колоссальное влияние на дальнейшее развитие естествознания.

Именно, анализ прежде всего дал возможность на основании немногих фактических данных, выраженных количественно, устанавливать общие законы явлений.

Так, Гаусс в конце восемнадцатого столетия показал, как на основании немногих данных вычислять орбиты планет, и его метод вскоре же был испытан и подтвержден на деле.

Приложение анализа к механике Лагранжем в конце XVIII в. подняло ее на современную высоту. Ту же благодетельную роль сыграла математика в дальнейшем в термодинамике, астрономии, электродинамике и т. д.

Если, связывая немногие фактические данные в общий закон, математика давала возможность выразить и предсказать все возможные случаи явлений, в ряду которых оказывались и наблюденные данные, то еще больший размах получило приложение математики там, где нужно было дать количественную картину мира, где на основании немногих допущений, выведенных из опыта, объяснялся целый отдел явлений природы.

На приведенных выше примерах уже было показано, как систематизация, обобщение и обработка фактических знаний приводят к объяснению явлений. Объяснение явлений особенно плодотворно в том случае, когда оно дает количественную картину явлений и сопровождается применением математики.

Однако теории и гипотезы, объясняющие явления и опирающиеся на математику, как средство обобщения и обработки своих данных, есть продукт лишь нового времени.

Вообще объяснение явлений возникает в человеческом обществе чрезвычайно рано. На самых первобытных стадиях развития человеческого общества фактическое знание природы сопровождается объяснением ее.

Однако чем дальше мы уходим в глубь времен, тем менее совершенны знания человека о природе и тем менее объяснения природы выражают действительные отношения. В самых ранних гипотезах наибольшее количество их содержания взято не из наблюдаемого явления, а из иной области (общественных отношений)¹). Развитие фактических знаний заставляет, однако, отбрасывать одну гипотезу за другой, заменяя их все более совершенными, все более опирающимися на фактическое знание.

В свою очередь гипотезы, играющие малую роль в положительном развитии естествознания в древние периоды (что не мешает играть этим гипотезам существенную роль в мировоззрении, в философии своего времени), в новое время оказывают на естествознание

¹⁾ Об этом подробнее см. вторую часть статьи.

все большее и большее влияние, по мере того, как они охватывают все больший и больший запас фактических знаний.

Так, атомистическая гипотеза в древности опиралась на весьма несовершенные фактические знания и в большей части своей была умозрительной. Роль ее в древности не была господствующей. Аристотель, один из величайших естествоиспытателей древности, был противником атомистики.

Лишь накопление знаний химии к XIX столетию дало основы для современной атомистической гипотезы, и ее роль в естествознании чрезвычайно велика. Объяснив сущность кратных весовых отношений химических соединений атомным строением вещества, современная атомистическая гипотеза дала не только объяснение явлений, но руководящее орудие для понимания и предсказания их. Если мы имеем в органической химии соединения из атомов углерода (C) и водорода (H), напр., CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 и т. д., то нам атомистическая гипотеза объясняет, почему всякое соединение такого ряда носит в общем формулу $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ и предсказывает, пользуясь всем запасом химических знаний, все свойства еще не открытых соединений. Представление о пространственном расположении атомов объясняет нам, почему из одного и того же числа атомов могут быть образованы различные соединения и т. д. В десятках тысяч случаев атомистическая гипотеза служила и служит в химии руководящим орудием исследования, и при посредстве ее сделано огромнейшее количество предсказаний и открытий. История химии с начала XIX столетия есть история торжества атомистической теории¹⁾.

Приложение атомистической гипотезы к газам выразилось в кинетической теории газов. Эта теория, исходя лишь из представления о том, что газ состоит из отдельных частиц, движущихся по законам механики, объяснила как найденные ранее опытно закономерности, так и предсказала и объяснила ряд новых.

Так, напр., Максвеллом, одним из творцов кинетической теории, было предсказано, что так называемое внутреннее трение и теплопроводность газов не должны зависеть от давления. Это положение в дальнейшем было блестяще подтверждено опытом.

Как атомистическая теория в химии, так и кинетическая теория в физике служила и служит руководящим орудием в дальнейших исследованиях.

Точно так же, как атомистическое воззрение в химии и в физике, в астрономии оказала свое влияние теория тяготения Ньютона. Объяснив движение планет всемирным тяготением и осветив найденные наблюдением законы Кеплера, эта теория сделалась руководящим орудием в дальнейших исследованиях в руках астрономов и привела к ряду открытий. Одним из наиболее ярких открытий, предсказанных этой теорией, является открытие планеты Нептуна.

Изучение движения открытого Гершелем Урана показало, что это движение не подчиняется выводам, получаемым из закона тяготения. Нужно было или допустить неправильность этого закона, подтвержденного на множестве примеров, или допустить существование еще неизвестной тяготеющей массы, производящей отклонение в движении Урана. Адамсон в 1845 г. и Леверье в 1846 году на основании такого допущения были произведены вычисления и указано было местонахождение на небе предполагаемой планеты. И действительно, примерно на указанном месте была открыта планета, очень

¹⁾ См., напр., Ладейбург „История химии от Лавуазье до нашего времени”, Матезис, 1917 года.

медленно движущаяся (период обращения 165 лет) и ранее принимавшаяся за неподвижную звезду.

Во всех приведенных случаях математика играет роль могучего орудия.

Рассмотренные примеры говорят о положительном влиянии теорий и гипотез на развитие естествознания. Но не всегда это влияние бывает положительным. Раз возникнув, та или иная теория или гипотеза имеет стремление в лице своих приверженцев сохранять свое значение и тогда, когда она его уже не имеет. Причиной такого обстоятельства является то, что никакая теория или гипотеза не является полным и точным отражением действительно существующих отношений. Всегда между теорией и гипотезой и действительностью существует некоторое несоответствие. И именно в этом несоответствии объяснений природы наблюдаемым явлениям и кроется основное имманентное противоречие естествознания. И на основе этого противоречия и получается то обстоятельство, что теория или гипотеза, некогда игравшая роль положительного фактора в развитии науки, превращается в оковы этого развития.

Так, несомненно, в древности положительным достижением было объяснение движения планет, луны и солнца, как движения вокруг земли. По мере накопления фактических знаний эта геоцентрическая гипотеза получала все большие поправки.

Так, сначала полагали, что планеты движутся по кругам, в центре которых находится земля. В дальнейшем наблюдение неравномерности движения планет привело к допущению, что по кругу движутся не самые планеты, а центры кругов, по которым движутся планеты. Еще лучшие наблюдения заставили допустить, что земля находится не в центре, а эксцентрично и т. д., пока геоцентрическая теория не обросла целым рядом весьма ее усложнивших поправок и допущений. Переход к гелиоцентрической системе разрешил создавшееся противоречие. Но этот переход не произошел безболезненно, а в процессе жестокой борьбы¹⁾. И в этот период борьбы роль геоцентрической теории была уже не положительной, а отрицательной, она уже не способствовала развитию астрономии, а тормозила его.

То же мы имеем с другими теориями и гипотезами. Рано или поздно из положительных факторов они превращаются в оковы для развития естествознания и заменяются новыми. Но каждая такая замена не есть новая постройка на пустом месте. Наоборот, каждая новая теория включает в себя все положительное из старой и является лучшим и более точным отражением действительных отношений, чем прежняя теория или гипотеза.

Но если, таким образом, мы все более приближаемся к правильному пониманию и объяснению явлений природы, то все же между действительно существующими явлениями и нашим знанием о них, ввиду несовершенства наших орудий познания (и в первую очередь средств исследования), имеется некоторое несоответствие. Это-то несоответствие и дает возможность существованию в одно и то же время различных теорий и гипотез, объясняющих одни и те же явления. Противоречие между нашим знанием и действительностью, противоречие в смысле несовершенства знания, выражается в борьбе различных теорий и гипотез. И эта борьба есть основной двигатель в развитии естествознания как такового.

¹⁾ Джордано布鲁но, приверженец Коперниканской теории, был сожжен на костре в 1600 году. Галилей подвергся гонению и принужден был публично отречься от Коперниканской теории.

Развитие средств исследования ведет к накоплению фактических знаний; накопление же последних все больше и больше вскрывает несовершенство наших теорий и гипотез. Последние в лице своих приверженцев борются между собой, и таким образом выковывается все более совершенное знание.

Вот несколько примеров на эту тему из истории естествознания.

В древности явление света объясняли истечением маленьких телец, вылетающих из светящихся и видимых тел. Так смотрел, напр., Демокрит и ряд других древних философов.

Этот взгляд в дальнейшем в видоизмененном виде был положен в основу гипотезы, объясняющей явления света, Ньютоном. Последний (во второй половине XVII в.) полагал, что светящиеся тела испускают особые частицы различных размеров, которые, попадая в глаз, и производят ощущение света и цветов. Преломление и отражение света Ньютон объяснял частью притяжением, частью отталкиванием световых частиц частицами преломляющего или отражающего тела. Совершенствуя свою гипотезу и вводя различные другие допущения, Ньютону удавалось объяснять те оптические явления, которые были известны в его время.

Почти в то же время (в 1665 г.) в работах Гриимальди и Гука защищалась иная гипотеза объяснения световых явлений — волнообразная. Борьба между этими двумя объяснениями продолжалась почти до половины XIX века.

Противниками теории истечения Ньютона были Гюйгенс, Эйлер, Йонг, Френель и многие другие видные ученые. И, однако, лишь большое число опытов и огромное накопление фактических знаний о световых явлениях, произведенные в процессе борьбы этих двух гипотез, привели в конце концов к победе волновой теории света, как находящейся в большем соответствии с опытными данными.

Именно недостаточность гипотезы истечения для объяснения явлений интерференции и дифракции было самой общей причиной ее падения. Предсказание же гипотезы истечения, что скорость света в преломляющих средах (вода, стекло) должна быть больше, чем в пустоте или воздухе, оказавшееся совершенно противоречившим фактом, доказанным в опыте Фуко с определением скорости распространения света в воде (в 1854 г.), было завершением окончательного поражения гипотезы Ньютона.

Во второй половине XIX в. и волнообразная теория Гюйгенса и других была значительно изменена, и в данное время учение о квантах приводит до некоторой степени к синтезу волнообразной теории с теорией истечения.

В области химии одним из ярких примеров борьбы различных гипотез является борьба флогистонной и кислородной гипотез объяснения явлений горения и окисления.

Как и в предыдущем случае, так и здесь господствовавшая гипотеза была в непосредственном родстве с древними взглядами. В древности полагали (Гераклит, Зенон и др.), что одной из первопричин всего сущего является огненная материя. Вместе с другими первоначалами (обычно — воздухом, водой и землей) эта огненная материя образует все сущее. Превращения сущего — это или соединение, или разделение первоначал.

Алхимики в соответствии с этими взглядами и в зависимости от них полагали, что одной из составных частей химических веществ является „флогистон“, т.-е. по-русски „горячий“, и обозначали этим именем огненную материю.

В виде определенной гипотезы это представление было выска-

зано в 1669 году. Непосредственный ученик и последователь основателя флогистонной гипотезы Бехера—Сталь (1660—1734) таким образом объяснял явления горения и окисления: когда вещество горит, оно выделяет флогистон; когда же образованный таким образом окисел (по теперешней номенклатуре) накаливается с углем, веществом, богатым флогистоном, то происходит передача флогистона окислу.

Итак, наш., металл—элемент по теперешним взглядам,—представителями флогистонной гипотезы считался за сложное вещество, а окисел—наоборот, за простое. То же с углеродом, серой и т. д.

Но именно потому, что представители флогистонной гипотезы сумели понять, что и горение, напр., дерева, и окисление металла есть по существу один и тот же процесс, и сумели объяснить это явление, именно это укрепило их гипотезу, и потребовались долгие годы борьбы противоположной точки зрения, чтобы ее свергнуть.

Торжеству флогистонной гипотезы не помешало и то обстоятельство, что с давних пор были указания о том, что продукт окисления или горения тяжелее исходного продукта.

Так, даже еще в VIII в. на это указывал Гебер. В 1630 г. вышла книга Ж. Рэя, который уже высказал взгляд, что увеличение веса при горении или окислении происходит за счет воздуха.

Ту же точку зрения в дальнейшем защищали Р. Гук (1665 г.) и затем Мейо (1674 г.). Последний уже указал на основании опытов, что воздух содержит особую составную часть, обуславливающую горение и т. д.

Однако флогистонная гипотеза приспособлялась к новым фактам введением различных допущений и в том числе введением допущения, что флогистон легче воздуха или даже имеет отрицательный вес. Такие взгляды господствовали еще в 1772 г., когда Лавуазье начал публиковать свои обстоятельные исследования в области газов. Лавуазье основательно изучил химию, а главное, применил новый метод количественного исследования посредством применения весов. Ему последовательно удалось показать образование углекислого газа при горении и окислении, показать, что продукты горения и окисления тяжелее исходных, что при этом участвует воздух, и в конце концов открыть кислород, как вещество, химическая деятельность которого обусловливала рассматриваемые явления. В течение двадцати лет Лавуазье вел энергичную борьбу против флогистонной гипотезы, прежде чем началось признание нового взгляда на явления горения. Большое значение в успехах Лавуазье по свержению флогистонной гипотезы играли его замечательные открытия в других областях химии и других науках.

Существенное значение, конечно, имела и та общественная предреволюционная атмосфера, в которой работал Лавуазье.

Чтобы закончить примеры о борьбе гипотез и теорий, укажу еще на происходящую сейчас борьбу между старой механикой Ньютона и новой, основанной на теории относительности. На страницах этого журнала достаточно писалось о том, насколько ожесточенно происходит эта борьба научных теорий, и как она переплетается с общественной борьбой классов.

Здесь мы переходим естественно к вопросу о зависимости развития естествознания от развития производительных сил и борьбы классов общества. Этому посвящается вторая половина этой статьи. Здесь же необходимо отметить еще следующее.

Рассмотренные вкратце случаи борьбы теорий и гипотез не есть случайные факты. Выше уже было отмечено, что на основе несовер-

шества нашего знания зиждется основное присущее естествознанию, как таковому, противоречие, движущее его вперед.

Именно всякая теория и гипотеза рождается, живет и погибает в процессе борьбы. Борьба и для развития естествознания есть самая характерная черта. Все наши знания накоплены не только в борьбе с природой, как всегда и везде отмечается, но и в борьбе, происходящей в пределах самого естествознания.

Именно вот этот факт недостаточно освещается буржуазными историками естествознания. Вообще говоря, они наибольшее количества правильных мыслей и выводов высказывают, описывая имманентное развитие естествознания. Именно этому имманентному развитию и посвящаются все их труды по истории естествознания, в чем легко убедиться, перелистив хотя бы десяток-другой написанных ими историй естествознания. Но как только они переходят к вопросам, связанным с борьбой в области естествознания, тесно связанной с классовой борьбой и последней обусловленной, так начинается их грехопадение. Именно здесь, в описании борьбы, истории естествознания полны заблуждений и ошибок...

Чтобы подытожить произведенный выше анализ, посмотрим, к каким результатам внутри самого естествознания приводит очерченное выше развитие, и сделаем некоторые выводы.

Влияние развития естествознания на его строение и метод.

Выше было указано о классификации естественнонаучных дисциплин. Деление естествознания на отдельные дисциплины прежде всего вызывается практической потребностью разделения труда. Однако среди ученых представителей отдельных дисциплин весьма часто распространен взгляд, рассматривающий отдельные дисциплины как нечто резко и раз-на-всегда между собой разграниченное. Такое заблуждение обусловливается прежде всего непониманием происхождения и содержания отдельных дисциплин. В этом обстоятельстве проявляется своеобразный цеховой фетишизм ученых, свято охраняющих границы доставшейся им по наследству классификации естествознания.

В действительности таких постоянных и резко выраженных границ между отдельными естественно-научными дисциплинами нет. Их нет, во-первых, потому, что отдельные научные дисциплины как бы взаимно проникают друг друга. Химия в себе содержит многое, взятое из физики, физика—из математики, физиология—из химии и физики и т. д., и т. п. Каждая дисциплина есть в сущности продукт совместной работы различных дисциплин.

С другой стороны, между естественно-научными дисциплинами потому нет строгой границы, что эта граница все время подвижна: каждое новое крупное исследование грозит или уничтожить, или переместить границу между дисциплинами, или создать новую дисциплину.

Так, применение физических методов исследования к химии создало новую дисциплину, сделавшуюся мостом между физикой и химией,—физическую химию. Применение спектроскопа в астрономических исследованиях создало особую отрасль астрономии—астроспектроскопию. Точно также применение физических и химических средств исследования в биологии создало физиологию.

Такую же роль в создании новых дисциплин и в изменении классификации естествознания, какую играют средства исследования, играют и теории.

Так, электронная теория объяснила не только множество физических явлений, но и положила фундамент под химию, и таким образом сделала физику и химию как бы частями одного общего целого. Развитие теории относительности уничтожает границу между математикой (геометрией) и физикой, делая первую как бы ветвью второй, и т. д.

Точно также развитие вспомогательных методов—средств обработки и обобщения—меняет строение естествознания. Так, напр., применение статистического метода в механике астрономии создало статистическую механику и астрономию.

Указанное развитие не только изменяет весь строй естествознания, а также вскрывает единство естествознания, как учения о природе.

A. Максимов.

(Окончание следует).