АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ФИЛОСОФИИ И ПРАВА

АЗЕРБАЙДЖАНСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ФИЛОСОФСКОГО
ОБЩЕСТВА СССР

ДИАЛЕКТИКА И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ

Издательство «Элм»
Баку - 1976

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Академии наук Азербайджанской. ССР

***Редколлегия: член-корр. АН СССР* Г. Б. Абдуллаев**
***(главный редактор), академик АН Азерб. ССР* Ф. К. Кочарли**
***доктор философ, наук* Дж. Т. Ахмедли.**
***Ответственные за выпуск: доктор философ, наук* Л.Б. Бажено**
***канд. философ, наук* Ф. М. Эфендиев.**

© Издательство „Элм", 1976 г.

Д $\frac{10502–000}{М-655–76}$ 5-76



Джамиль Ахмедли (27.10.1931-09.02.2010) родился в семье Мирзы Теймура, работавшего учителем в селе Союдлу Гедабекского района. Дж.Ахмедли, пошедший в

первый класс в 1938 году, учился рядом со своим отцом в годы войны, когда в школах было трудно работать. В 1948 году, учась в 10 классе, он выиграл математическую олимпиаду, проходившую в республике. В том же году представитель только что созданного Московского физико-технического института принял участие в выпускных экзаменах школы, где учился Дж. Ахмедли, и заявил, что он принят в этот институт. Однако из-за финансовых трудностей Джамиль Ахмедли не смог поехать в Москву.

Летом 1953 года Джамиль Ахмедли был принят в аспирантуру Института философии АН СССР, сдав конкурсный экзамен. В 1956 году защитил диссертацию на тему «Свобода и необходимость» под руководством академика Теодара Ойзермана и получил степень кандидата философских наук. Книга «Свобода и необходимость» (на русском языке), изданная в Баку в 1960 году, стала первой монографией на эту тему в бывшем СССР.

В 1954-1956 годах преподавал философию в МГУ, в 1958-1962 годах в Азербайджанском индустриальном институте, в 1963-1972 годах в Бакинской высшей партийной школе, в 1959-1974 годах в аспирантуре АН Азербайджанской ССР. . В 1957 году работал в Институте философии (ныне Институт философии и социологии Национальной академии наук Азербайджана) ученым секретарем, старшим научным сотрудником, заведующим отделом. Он работает над «Юридической категорией материалистической диалектики» с 1958 г., а в 1963 г. опубликовал две большие монографии на 20 страницах. В 1964 году эти работы легли в основу докторской диссертации философа.

Первая социологическая лаборатория была создана в Азербайджане в 1969 году по инициативе и под руководством Джамиля Ахмедли. За 15 лет работы

сотрудники лаборатории провели исследования по около 10 актуальным вопросам, опубликовали более 100 книг и научных статей, организовали и приняли участие в более чем 10 международных конференциях.

Дж. Ахмедли, который был заведующим кафедрой философии Азербайджанского института народного хозяйства, восстановленного в 1966 году, работал там заведующим до 1990 года. С 1990 по 2000 год работал заведующим кафедрой философии и социологии Бакинского государственного университета Джамиль Ахмедли был профессором кафедры философии гуманитарных наук Бакинского государственного университета.

Ахмедли является автором 16 монографий и более 400 статей. У него 12 докторов и около 100 кандидатов. Работал в области проблем теории познания, проблемы философских категорий и принципов, философских проблем современного естествознания, сущности НТР и проблемы социальных последствий. Ученый является автором 54 статей в «Азербайджанской советской энциклопедии».

Джамилю Ахмедли в 1990 году было присвоено звание Заслуженного деятеля науки, в 1997 году он был избран членом-корреспондентом Российской Петровской академии наук и искусств, а в 2000 году избран академиком. 30 октября 2009 года за заслуги перед развитием образования и науки в Азербайджане ученый был награжден орденом Славы.

В 2001 году была опубликована книга «Библиографический указатель», отражающая основные даты жизни и деятельности Джамиля Ахмедли, список его работ.

Г.Б. АБДУЛЛАЕВ, Д. Т. АХМЕДЛИ

ДИАЛЕКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛИЗМ – МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

XXV съездом КПСС перед советской наукой ставится задача дальнейшего расширения и углубления исследований закономерностей развития природы, общества, самой науки, совершенствования методов научного познания и применения результатов познания в практической деятельности – строительстве развитого социалистического общества. Внимание наших ученых направляется на решение важнейших проблем научно-технического и социального прогресса[1], на комплексную разработку методологических проблем, вытекающих из: развития и стыковки наук, из принципиально нового статуса науки в современном производстве и приобретения наукой новых функций. К числу этих чрезвычайно актуальных задач относится разработка методологических проблем развития современной науки.

В настоящее время, пожалуй, ни у кого не вызывает сомнений и возражений мысль о том, что развитие современного знания представляет собой органическое единство эволюционной и революционной стадии. Эта мысль, давно уже ставшая достоянием марксистско-ленинской философии, сравнительно недавно почти как откровение прозвучала в западноевропейской так называемой постпозитивистской философии науки. В своей, ставшей на Западе бестселлером, книге Т. Кун [2] подвергает исследованию научные революции и их роль в развитии человеческого

[1] См. Материалы XXV съезда КПСС. М.. 1976. стр. 213
[2] См. Т. Кун. Структура научной революции. М., 1975.

знания. Он вводит понятия парадигмы, нормальной науки, научного сообщества и т. д. с целью раскрытия структуры научной революции. В нашу задачу не входит рассмотрение- концепции Куна, но мы хотим еще раз подчеркнуть, что имеющиеся в ней глубокие и правильные моменты отнюдь
не являются чем-то неожиданным в марксистско-ленинской традиции. Материалистическая диалектика всегда подчеркивала, что в развитии научного знания периоды более или менее плавного, равномерного развития, характеризуемые накоплением эмпирического материала, в основном соответствующего установившимся законам, принципам и постулатам, сменяются периодами бурного, лавинообразного, скачкообразного развития, когда открываются новые законы, принципы и постулаты, на первый взгляд, противоречащие старым (или, выражаясь языком Куна, старая парадигма сменяется новой).

Необходимость совершенствования существующих, разработка и применение новых методов, а стало быть разработка методологических проблем развития науки возникает и осуществляется, как правило, в период бурных переворотов. Дело в том, что в эти периоды в силу качественно-количественного изменения научного материала, резкого увеличения объема информации и принципиально нового ее характера обнаруживается ограниченность сферы действия существующих методов и возникает необходимость их преобразования, и даже становления новых методов. В зависимости от масштаба и объема научного скачка и вырабатываются методы с определенной сферой действия: специфические, общенаучные и всеобщие.

Темпы и масштабы современного научного познания, принципиально новый характер научной информации, методов и методик ее обработки требуют пересмотра теорий и методов, зачастую ломки их и замены новыми. Но этот

процесс нельзя понимать как механический акт смены устаревшей детали машины новой, это сложная, трудная задача, требующая централизации усилий ученых различных отраслей знания. Роль философии при этом является ведущей.

Вдумчивое рассмотрение этой задачи позволяет четко выделить два четко выраженных ее аспекта:

а) разработка и совершенствование специфических и общенаучных методов научного исследования, связанных с развитием отдельных конкретных наук и возникновением стыковых наук, объект которых затрагивает различные области. Объясняется это обстоятельство, по-видимому, такими особенностями современного научного познания как возрастающая роль теоретических разделов в развитии совокупного научного знания, изменение соотношения теоретического и экспериментального моментов познания, новое содержание понятия эксперимент и экспериментальное (когда эксперимент во все большей степени включает теоретическое – рабочие гипотезы и предварительные принципы, служащие исходными для самого эксперимента) и т. д. Интересы науки в данном случае сопряжены с разработкой общих методологических проблем, от правильного решения которых во многом зависят успехи конкретных наук;

б) разработка философских вопросов, служащих методологической основой для развития как собственно-Философского», так и конкретно-научного знания. Философская методология, обнаруживает огромную значимость в научном анализе творческих возможностей человеческого разума, в определении путей и средств превращения этих возможностей в действительность, иначе говоря, в определении генеральных путей и тенденций развития теоретического познания, в выяснении основных закономерностей практического преобразования мира в

соответствии с результатами познания. Попытки сторонников «чистого естествознания» освободиться из-под влияния какой-либо философии и добиться внефилософского развития научного знания тщетны, точно так же, как и попытки создать спекулятивную, не зависящую от конкретных наук, философию, с диалектической точки зрения ясно, что обе эти тенденции в одинаковой степени метафизически ограничены. Дело в том, что ни естествознание и обществознание без философии, ни философия без естествознания и обществознания развиваться не могут. Методологические аспекты этой обоюдной связи были вскрыты В. И. Лениным в работах: «Материализм и эмпириокритицизм», «О значении воинствующего материализма» и др.

Современную эпоху по праву называют эпохой научно-технической революции, характеризуемой бурным качественным скачком в развитии науки и техники. Постановка научно-технических задач, методы и методика их разрешения не просто отличны от ранее существовавших, но принципиально новы. Применение электронно-вычислительной техники при обработке научной информации, появлений таких наук, как кибернетика, бионика и ряд других, объект которых включает в себя различные отрасли, возникновение качественно новой эпохи в развитии ряда наук – физики, математики, биологии, химии и других – в настоящее время с особой остротой ставит вопрос о разработке методологических проблем в любом их аспекте. Однако этот вопрос далеко не нов и тем более не: эпизодичен. Он относится к «вечным проблемам» философии, в том смысле, что уровень конкретно-научного и философского знания на любой стадии вновь и вновь ставит его. Так обстоит дело и сегодня. Острота методологических проблем вовсе но свидетельство того, что они не исследуются, не изучаются нашими философами. Напротив, за последнее

время этому вопросу посвящен ряд ценных исследований. Однако все богатство проблемы не может быть охвачено этими исследованиями, точно также предлагаемая читателю статья далека от претензий быть исчерпывающей.

* * *

Общеизвестно ныне, что в развитии научного знания на любом его этапе неотвратимо действует закономерность, различные аспекты которой определяются как законы или принципы. Пожалуй, для нашего случая достаточно указать на следующие три из них, признание которых не вызывает особых споров и разногласий. 1. Более или менее существенное развитие научного знания, крупное научное открытие порождается определенными общественно-экономическими условиями и, в свою очередь, требует наличия соответствующих условий для своего теоретического объяснения и успешного практического применения. При отсутствии таковых гениальная идея, высказанная тем или иным ученым, не находит своего логического завершения, не осуществляется на практике и, стало быть, не занимает достойного места в истории научного знания (мысль эта справедлива по крайней мере для момента выдвижения этой идеи). Это закон зависимости развития науки от общественной практики. Однако в пределах признания этой закономерности вообще необходимо отметить, что связь науки и производства встречная, двусторонняя, из которой в конечном итоге, складываются методы подхода к объектам различного характера. «Приемы практических действий человека с самого начала должны были подчиняться объективной логике тех вещей, с которыми он имел дело, т. е. сообразовываться с их свойствами и отношениями. Способы практических действий постепенно «пересаживались» в голову и превращались в метод познания, мышления. Теперь уже, прежде чем приступить к делу,

человек мог мысленно представить и результат этого дела и способ или средства достижения этого результата. Таким образом, в ходе истории труда производство, практика все более теоретизируются, а теория становится все более практически значимой. Метод выступает в роли объединяющего начала практики и теории»[3]. 2. Развитие наук происходит в условиях взаимосвязи и взаимодействия успехи и достижения в одних отраслях сопровождаются успехами и достижениями других отраслей, в первую очередь, смежных. В целом наблюдается определенная гармония в развитии научного знания, когда резкого отрыва между отраслями не может быть. В зависимости от потребностей общества и от уровня теоретической и практической значимости той или другой науки на различных этапах социально-экономического прогресса на передний план выдвигаются то одни, то другие науки. Но это обстоятельство не может служить опровержением вышеуказанного общего положения. Оно выступает как отражение единства объекта наук, всеобщей взаимосвязи и взаимообусловленности предметов и явлений мира. Поскольку эта взаимосвязь и обусловленность в конечном итоге состоят из элементов различной степени общности, то и используются науками методы различной сферы применимости и открываются законы различной степени общности и сферы действия. Из этого же единства и вытекает необходимость стыковки наук и возникновения переходных, или так называемых стыковых наук, в которых с успехом применяются методы различных наук, в итоге формирующиеся как общенаучные методы. Иначе говоря, процесс интеграции наук, происходящий с нарастающей интенсивностью, .все более остро ставит вопрос разработки методо-

---

[3] В.Ф.Глаголев, А.Г.Спиркин. Материалистическая диалектика—методология современной науки. М., 1968, стр. 8.

логических проблем развития наук. 3. Третьим законом развития наук является преемственность. Этот закон выражает связь между историческими стадиями, ступенями науки, каждая из которых ведет как в прошлое, так и в будущее.

В этом случае науки в ходе развития вырабатывают свои специфические методы, сфера применимости которых ограничивается условиями развития данной науки. Процесс их дифференциации, идущий параллельно процессу интеграции, составляет основание для образования все большего количества специфических (частнонаучных) методов, применяемых в новых науках.

Однако единство объектов наук, различных форм движения материи не локально, а в итоге всеобще, что без труда можно видеть в положении о материальности мира и всеобщности его движения. Вот почему изучение закономерностей этого мира не может быть полным лишь посредством общенаучных и частнонаучных методов. Наиболее общие законы развития природы, общества и мышления, составляющие предмет марксистской философии, остаются за их возможностями, и для их рассмотрения, очевидно, требуется всеобщий метод. В таких всеобщих методах научная мысль нуждалась всегда, и в зависимости от общего уровня и характера знания такие методы создавались (стихийно диалектический, метафизический, идеалистически диалектический, материалистически диалектический).

И отождествление, и противопоставление всеобщих, общенаучных и частнонаучных методов в развитии науки в равной мере недопустимы. В. И. Ленин отмечает как один из характернейших признаков метафизики стремление начинать с общих умозрительных построений до изучения фактического материала. Говоря о метафизике-психологе, В.И.Ленин пишет: «Нелеп тут был уже прием. Нельзя рас-

суждать о душе, не объяснив в частности психических процессов: прогресс тут должен состоять именно в том, чтобы бросить общие теории и философские построения о том, что такое душа, и суметь поставить на научную почву изучение фактов, характеризующих те или другие психические процессы»[4]. И вместе с тем, В. И. Ленин неоднократно подчеркивал важность и другой тенденции, диалектически противоположной только что отмеченной. Он писал: «...кто берется за частные вопросы без предварительного решения общих, тот неминуемо будет на каждом шагу бессознательно для себя «натыкаться» на эти общие вопросы»[5].

Отдельные конкретные науки в соответствии с встающим» перед ними задачами вырабатывают свои методы, применяют их, совершенствуют при необходимости и сменяют, когда они перестают работать, т. е. не соответствуют новому уровню накопленного материала. Все это делается в пределах логик» развития данной науки, которую интересует в основном конкретное содержание того или иного метода, а не их общность с другими методами. Такие методы, как интегрирование к дифференцирование, логарифмирование, подстановки, аналогии, наблюдения, каталитический, термоаналитический, меченых атомов, сравнения и сопоставления и многие другие резко различаются по своему конкретному содержанию. Тем не менее, все они обозначаются одним понятием – метод, что дает полное основание полагать, что все они, наряду с единичными, неповторяющимися моментами, имеют ряд существенных,, общих и повторяющихся признаков и черт, которые делают их. необходимыми и закономерными. Этой второй стороной проблемы занимается методология, как

[4] В.И.Ленин. ПСС, т. 1, стр. 142.
[5] В.И.Ленин. ПСС, т. 15, стр. 368.

раздел философской науки.

Итак, по-видимому, можно утверждать, что методология – это наука о законах возникновения, развития, функционирования и смены научных методов. В круг вопросов, изучаемых, методологией, входят такие, как условия и причины возникновения методов, логика смены методов и отношения новых методов к устаревшим, принципы классификации и сама классификация научных методов, соотношение частнонаучных, общенаучных и всеобщих методов, методологическая роль теории каждой науки в ее развитии, методологическая роль философии в развитии наук и др. Из всей совокупности этих вопросов мы более подробно остановимся на соотношении трех: групп методов и на методологической роли философии в развитии наук. Все яснее просматривается попытка двояко крайнего искажения реальных связей и взаиморолей философии и конкретных наук, основательно раскритикованная еще Ф.Энгельсом и В.И.Лениным. «С одной стороны, позитивизм призывает к устранению философии как метафизической «приставки» к естествознанию. Вообще, одна из наиболее характерных черт позитивизма – нигилистический скептицизм, безжалостное отношение к подлинным ценностям философской мысли. Отвергая, например, всякую «метафизику», позитивизм объявляет излишними исходные принципы, в том числе основной вопрос философии»[6]. С другой стороны, попытки спекулятивных «философов» создать современный вариант натурфилософии с претензией возвыситься над естествознанием и подменить его неизбежно заканчиваются недооценкой естествознания, низведением его роли как самостоятельной отрасли. Обе эти попытки в равной степени беспочвенны. Несомненно,

[6] М.С.Слуцкий. Взаимосвязь философии и естествознания. М., 1973. стр. 52.

они являются продуктом метафизического понимания соотношения философии и естествознания.

На необходимость тесной связи философии и естествознания указывали Ф.Энгельс и В.И.Ленин. С одной стороны, они подчеркивали большую методологическую роль первой по отношению ко второму, с другой то, что естествознание служит базой для философии. Энгельс, обобщая развитие естествознания, писал: «Какую бы позу ни принимали естествоиспытатели, над ними властвует философия. Вопрос лишь в том, желают ли они, чтобы над ними властвовала какая-нибудь скверная модная философия, или же они желают руководствоваться такой формой теоретического мышления, которая основывается на знакомстве с историей мышления и ее достижениях»[7]. К.Маркс и Ф.Энгельс сами создали такую качественно новую философию, являющуюся порождением многовековой истории мысли и выдающихся достижений естествознания и философии XIX века, в то же время существенным образом отличающуюся от прежней философии и по содержанию, и по методу. Будучи продуктом истории мысли, она превратилась в мощное средство научного познания, в метод познания и преобразования мира. Анализ развития естественнонаучного знания позволил Энгельсу заключить, что к середине XIX века завершается период накопления (собирания) эмпирического материала и с необходимостью диктуется задача систематизации его, выведения законов и принципов из громадной массы этого материала. Стало очевидным, что выполнение этой чрезвычайно сложной и трудной задачи посредством господствующего, но уже не работающего в полной мере метафизического метода невозможно, ибо он не дает возможности рассмотреть сущностные связи, объединяющие эмпирический материал, а в

[7] К.Маркс и Ф.Энгельс, Сочинения, т. 20, стр. 525.

этом случае легко сбиться на идеалистический, агностический путь. Энгельс отмечал, что количество и смена вытесняющих друг друга гипотез при отсутствии у естествоиспытателей логической и диалектической подготовки «...легко вызывают у них представление о том, будто мы не способны познать *сущность* вещей»[8]. Поэтому освобожденная от мистицизма диалектика становилась абсолютной необходимостью для естествознания, «...Революция, к которой теоретическое естествознание вынуждается простой необходимостью систематизировать массу накопляющихся чисто эмпирических открытий, должна даже самого упрямого эмпирика все более и более подводить к осознанию диалектического характера процессов природы»[9]. Итак, Маркс и Энгельс залогом успешного развития естествознания XIX века считали умелое применение диалектического метода, правильную ориентацию на законы и принципы материалистической диалектики. Именно этот момент очень высоко оценивался В. И. Лениным, который писал: «Применение материалистической диалектики... к истории, к естествознанию, к философии.., вот что более всего интересует Маркса и Энгельса, вот в чем они вносят наиболее существенное и наиболее новое, вот в чем их гениальный шаг вперед в истории революционной мысли»[10]. Продолжение дела Гегеля и Маркса должно состоять в *диалектической* обработке истории человеческой мысли, науки и техники»[11].

Указывая на плодотворность диалектической взаимосвязи философии и естествознания как в их собственном развитии, так и в борьбе против антинаучных течений, В. И. Ленин писал, что «...без солидного философского обосно-

---

[8] К. Маркс и Ф.Энгельс. Сочинения, т. 20, стр. 555.
[9] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 20, стр. 13.
[10] В.И.Ленин. ПСС, т.24, стр.264
[11] В.И.Ленин. ПСС, т.29, стр.131

вания никакие естественные науки, никакой материализм не может выдержать борьбы против натиска буржуазных идей и восстановления буржуазного миросозерцания. Чтобы выдержать эту борьбу и провести ее до конца с полным успехом, естественник должен быть современным материалистом, сознательным сторонником того материализма, который представлен Марксом, то есть должен быть диалектическим материалистом... Без этого крупные естествоиспытатели так же часто, как до сих пор, будут беспомощны в своих философских выводах и обобщениях. Ибо естествознание прогрессирует так быстро, переживает период такой глубокой революционной ломки во всех областях, что без философских выводов естествознанию не обойтись ни в коем случае»[12].

Эта мысль еще больше может быть отнесена и к эпохе научно-технической революции, когда сущность и строение науки и техническое воплощение ее достижений претерпевают существенные изменения, когда поток научной информации приобретает лавинообразный характер, ибо хорошо известно, что логико-методологическая функция философии осуществляется с нарастающей интенсивностью и обнаруживает огромное значение в связи с глубокими качественными изменениями в развитии науки.

Направляющая методологическая роль диалектического -материализма многократно подчеркивалась и многими крупяными прогрессивными естествоиспытателями XX века. Академик С. И. Вавилов отмечал, что «в основу прогрессивного естествознания, в частности передовой физики, не может быть положена никакая иная философия, кроме диалектического материализма»[13]. А вот мнение крупнейшего французского физика П.Ланжевена: «Я ду-

---

[12] В. И. Ленин. ПСС, т. 45, стр. 29-30, 31.
[13] С.И.Вавилов. Сочинения, т. 3, М., 1956, стр. 32.

маю, что только философия диалектического материализма может послужить нам путеводной нитью в предстоящих долгих и напряженных трудах, связывая нас с широким путем человеческого прогресса. Я вполне уяснил себе историю физики, только ознакомившись с основными принципами диалектического материализма»[14].

Макс Планк писал: «не следует думать, что можно даже в самой точной из всех естественных наук продвинуться вперед без всякого миросозерцания... Стремление к объединяющему мировоззрению имеет огромное значение не только для физики, но и для всего естествознания»[15]. «Что же касается философии,– отмечал Макс Борн, – то любой современный ученый-естественник, особенно физик-теоретик, глубоко убежден, что его работа теснейшим образом переплетается с философией и что без серьезного знания философской литературы это будет работа впустую»[16]. Наконец, приведем слова великого А. Эйнштейна, который считал, что «теория познания без соприкосновения с наукой вырождается в пустую схему. Наука без теории познания (насколько это вообще мыслимо) становится примитивной и путаной»[17]. «В наше время физик вынужден заниматься философскими проблемами в гораздо большей степени, чем это приходилось делать физикам предыдущих поколений. К этому физиков вынуждают трудности их (собственной науки»[18].

Не будем приводить дальше подобные высказывания, суть которых очень удачно резюмирована в книге Л. Бриллюэна: «ученые всегда работают на основе некоторых философских (предпосылок и, хотя многие из них могут не

---

[14]П.Ланжевен. Избр. произв. М,, 1949, стр. 31—32.
[15]М. Планк. Физические очерки. М., 1925, стр. 65, 35.
[16] См. «Литературная газета» за 11 марта 1970 г.
[17] Эйнштейн. Собр. науч. трудов, т. 4. М., «Наука», 1967.
[18] Там же, стр. 248.

осознавать этого, эти предпосылки в действительности определяют их общую: позицию в исследовании»[19].

Итак, «философия без естествознания так же невозможна, как естествознание без философии»[20], которой по праву принадлежит центральное место и ведущая роль в науке. Это место и эту роль она может успешно оправдать лишь в том случае, если сумеет победить в себе дуализм, идеализм и метафизическую отвлеченность[21].

Научно-теоретическое мышление не может появиться без того или иного использования философских законов, принципов и категорий как аппарата широких научных обобщений. Эти две формы мышления исторически взаимосвязаны и взаимообусловлены. Развитие их осуществляется посредством усвоения законов мышления, исторически выработанных в процессе многовековой практики, истории философии и науки, логических категорий, являющихся отражением общих форм, признаков, черт и законов бытия. Для развития теоретического мышления, как говорит Ф. Энгельс, «...не существует до сих пор никакого иного средства, кроме изучения всей предшествующей философии»[22].

До сих пор мы пытались объяснить необходимость возрастающей роли методологии в развитии наук, особенно марксистско-ленинской философии – всеобщей методологий научного познания. Резюмируя все сказанное отметим следующее. Во-первых, в современную эпоху наука все больше превращается в непосредственную производительную силу общества, что означает не только рост роли науки в жизни общества, но и качественное изменение

---

[19] Л. Бриллюэн. Научная неопределенность и информация. М., 1966, стр. 11-12.
[20] А. И. Герцен. Избр. философ, соч., т. I. М., 1946. стр. 94.
[21] А. И. Герцен. Избр. философ, соч., т. I. М., 1946, стр. 97.
[22] К. Маркс и Ф.Энгельс. Сочинения, т. 20, стр. 366.

сущности, характера и функций науки, соотношение теоретических и экспериментальных разделов науки, увеличение практического момента, в науке и теоретического момента в практике и образовании, так сказать, научно-промышленного комплекса. Это обстоятельство очень остро ставит вопрос о масштабном перспективном планировании и прогнозировании развития, науки, об определении генеральных направлений научно-технического прогресса. А «философия, методология науки призваны помочь в решении вопроса том, какие отрасли науки надо развивать прежде всего, и этим должны заниматься все ученые. Сейчас это нужно и для того, чтобы устанавливать, куда надо вкладывать в первую очередь большие материальные средства, которых требует развитие науки. Это чрезвычайно важный комплекс вопросов, связанных с методологией»[23].

Во-вторых, все большая специализация и дифференциация наук и образование новых наук, изучающих специфические законы и, следовательно, вырабатывающих новые специфические частнонаучные методы, также треб ют разработки логико-методологических вопросов развития, как конкретной науки, так и теоретического знания вообще. В-третьих, необходимость более глубокого познания мира обусловливает процесс синтеза знаний и интеграции наук, без которых ученым угрожает опасность застрять в мелочах и «не видеть леса за деревьями». Эмпиристские концепции в истории науки как раз были таковыми; не обладая теоретическими средствами для обработки эмпирического материала, они оставались в плену у него. В их рамках синтезирующее мышление и синтез современного знания не могут иметь эффективного логико-методологического

23 М.В.Келдыш. Проблемы методологии и прогресс науки. Сб. «Методологические проблемы науки». М., «Наука», 1964, стр. 227.

обоснования. В-четвертых, как уже было сказано выше, логико-методологические исследования приобретают особенно большую актуальность и значимость в периоды бурного качественного изменения в развитии науки. Современная научно-техническая революция как качественно новая стадия в развитии науки и техники, порождает и глубокие социальные, нравственно-психологические проблемы, разрешение которых может быть успешным только на основании верной научной методологии.

Теперь несколько более подробно остановимся на исторических формах связи философии и естествознания и на методологической роли отдельных философских положений в развитии наук.

* * *

Философия и естествознание – это две существенные сферы человеческого знания. Философия является наукой о наиболее общих законах природы, общества и человеческого познания. Естествознание же, изучающее процессы и явления от элементарных частиц до сложнейших живых организмов, представляет собой совокупность естественнонаучных знаний – физики, химии, биологии, астрономии, геологии и т.д. Органически связанное с общественной практикой и общественной деятельностью людей, естествознание зародилось и развивается благодаря тесной связи с потребностями материального производства, именно поэтому в современную эпоху оно превращается в непосредственную производительную силу, оказывающую сильное влияние на развитие производства.

Многовековая история естественных наук и материалистической философии показывает, что эти две сферы человеческой духовной деятельности возникли и развиваются в тесной связи. Эта связь философии и естествознания ярко обнаруживает себя во взаимоотношении высшей сту-

пени философской, мысли – диалектического материализма и современного естествознания. На основе обобщения достижений естественных и общественных наук диалектический материализм выступает как синтетическое мировоззрение, изучающее логику познания мира, помогающее естествознанию разрешать методологические проблемы развития науки, дающее теоретическую основу и руководство естествознанию для обобщения конкретных: фактов естественнонаучных открытий и характеристики их логико-гносеологического значения. Если в прошлом материалистическая философия ограничивалась лишь толкованием результатов естественных наук, то ныне она превратилась в активного «участника» научного исследования.

Но в то же время и естествознание играет немаловажную роль в развитии философии. Естественные науки предоставляют в распоряжение философии все новые факты, опираясь на которые материалистическая философия делает обобщения, выводит общие, а затем и наиболее общие закономерности, развития материального и духовного мира, развивает и обогащает свои понятия и категории. Преследуя цель открытия: закономерностей развития мира, естествознание, опираясь на теоретическое мышление, делает фундаментальные обобщения в конкретной области знания. Таким образом, взаимодействуя: и взаимопроникая, философия и естествознание обогащают друг друга.

Взаимосвязь философии и естествознания обнаруживает себя в различных специфических формах на различных стадиях развития этой сферы знания. Первоначальная форма связи известна под названием натурфилософии. Натурфилософы, которые по своему общественному положению и задачам должны были дать ответ на вопросы, встающие в связи с необходимостью познания окружающего мира, из-за отсутствия фактического эмпирического

знания вынуждены были отвечать на них умозрительно, «восполняя», таким образом, нехватку конкретного знания философскими суждениями. Сфера деятельности философов и естествоиспытателей на этой стадии развития знания пока еще не была четко разграничена. Первые философы были и первыми естествоиспытателями. В период, когда еще не было систематического естествознания, ярко выраженных областей естественных наук, на вопросы, встающие в процессе познания окружающего мира, возможно было дать только общие, неизбежно умозрительно-философские ответы. «Дать такого рода общую картину природы было прежде задачей так называемой натурфилософии, которая могла это делать только таким образом, что заменяла, неизвестные еще ей действительные связи явлений- идеальными, фантастическими связями и замещала недостающие факты вымыслами... При этом ею были высказаны многие гениальные мысли: и предугаданы многие позднейшие открытия, но немало также- было наговорено и вздора»[24]. Такой путь тогда был, пожалуй, наиболее приемлемым способом объединения существующих знаний в единое целое. Эта особенность может быть охарактеризована и как достоинство, и как недостаток древней философии. Достоинством она является потому, что древние философы, не обладая достаточными конкретными знаниями, зачастую гениально вскрывали общие моменты в объяснении мира.. Недостатком – потому, что эта общность их подхода к объяснению окружающего мира не базировалась на конкретных знаниях.

Глубоко изучив историю естественных наук и натурфилософии в целом, Ф.Энгельс отмечает историческую оправданность натурфилософии и выделяет ряд весьма рациональных мыслей натурфилософов: атомистику, идею

[24]К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 21, стр. 304-305.

неуничтожимости движения, идею всеобщего движения, общей связи и общей закономерности развития мира.

Важной стадией в развитии взаимодействия философии к естествознания является эпоха дифференциации знаний и. возникновения новых экспериментальных наук. В начальный период этой эпохи, начиная с XVI столетия, первоочередной задачей естествознания были сбор и классификация фактического материала, эмпирических знаний. Эта задача вытекала из необходимости развития познания, поскольку прежде чем раскрыть сущность, закономерность, необходимость процессов протекающих в объективном мире, наука должна была знать конкретные проявления этих закономерностей в отдельных предметах и явлениях. Философы и ученые этой эпохи глубоко осознают необходимость создания нового метода в познании мира, в раскрытии его закономерностей и в успешной организации практической общественной деятельности.

Разработка нового метода познания в творчестве Ф. Бекона и Р. Декарта шла в тесной связи с общефилософскими проблемами, особенно с проблемами соотношения чувственных и рациональных моментов в познании. Эмпиризм, обращающий особое внимание на раскрытие чувственного момента в процессе познания, разрабатывал и применял индуктивный метод (Бекон). Рационализм же, придающий основную роль в процессе познания логическому мышлению (Декарт), разрабатывал и применял дедуктивный метод познания. Указанные два метода, сознательно или бессознательно применяемые естествоиспытателями той эпохи, а также некоторые теоретические предпосылки этих методов были заимствованы философами и превращены в универсальный метод познания. Метафизический метод образовался именно таким

путем[25].

По мере того, как естествознание раскрывает новые факты и новые формы связей между явлениями, связь между философией и естественными науками изменяется и приобретает новые формы. Эта связь, пожалуй, вставала перед философами и в качестве проблемы, которая разрешалась ими на базе существующего уровня научных знаний вообще. Но вряд ли можно указать на более или менее удовлетворительное решение этой взаимосвязи. Ряд естествоиспытателей, сделав большие успехи в узкой области знания, не придали достаточного значения роли философии при обобщении результатов своих исследований поэтому, волей или неволей, попал, под влияние реакционных идеалистических течений. Другая группа естествоиспытателей, основываясь на метафизическом способе мышления, не могла раскрыть диалектический характер научных открытий в силу ограниченности исторического периода, не могла подняться до научного диалектического мышления.

История научного знания показывает, что сущность взаимосвязи философии и естествознания может быть успешно и правильно раскрыта на базе последовательной материалистической философии. Такой философией является диалектический материализм. С созданием диалектического материализма Маркс и Энгельс разрешили многовековую проблему взаимосвязи философии и передового естествознания, показали, что основа этой связи лежит в самом материальном мире. И естествознание, и философия диалектического материализма имеют один и тот же объект исследования – объективную действительность и закономерности ее движения и развития.

Философия и конкретные естественные науки изучают один и тот же объект с различных аспектов. Философия ра-

---

[25]См. сб. «Философия естествознания». Политиздат, М., 1966, стр 8-18.

скрывает наиболее общие законы, действующие во всех сферах этой действительности, законы бытия и познания, в то время как конкретные естественные науки изучают общие и специфические законы, действующие в различных областях действительности.

Среди естественных наук физика была наиболее тесно связана с философией. Дело в том, что физика изучает наиболее простые, а потому и наиболее фундаментальные уровни материальной организации[26]. Именно поэтому такие общие фундаментальные понятия, как материя, движение, пространство, время, причинность, закономерность и т.д., философия разрабатывает, главным образом, на основе достижений физики.

Являясь мировоззрением, философия изучает объективный мир в целом и дает систему знаний о мире. Стало быть, законы материалистической диалектики характеризуются неограниченностью условии действия в пространстве и во времени. Эти наиболее общие законы диалектики проявляются в специфических формах в различных областях действительности. Отсюда и внутренняя тесная связь между законами диалектики и общими и специфическими законами, изучаемыми конкретными науками.

Диалектический материализм дает общую методологическую основу, теоретические идеи и принципы развития естествознания, направляет обобщение конкретного материала и выведение общих законов и принципов, раскрытие их гносеологического значения. Естественные науки в процессе своего развития встречаются с рядом общих проблем, без успешного разрешения которых затрудняется развитие самого естествознания. Природа этих проблем такова, что их невозможно разрешить только лишь методами и способами естественных наук. Применение обще-

[26] См. С. И. Вавилов. Соб. соч., т. 3. М., 1956, стр. 63-65.

философских методов к их решению становится необходимым. Характер этих проблем и пути их разрешения можно ярко проиллюстрировать на примере развития физики и разрешения ее философских вопросов. Если физик поставил перед собой задачи интегрирования некоторого дифференциального уравнения и раскрытия его физического содержания, то очевидно, что он может вполне удовлетворяться применением физико-математических методов.

Но задачи более общего теоретического характера, по своему содержанию и по методам и принципам разрешения глубоко философские, во-первых, очень тесно связаны с первой стороной основного вопроса философии – соотношения материального и идеального, во-вторых, тесно связаны с проблемой познания объективного мира, с проблемами объективно-субъективных отношений[27]. К числу таких проблем можно отнести: проблему реальности, проблему прерывности и непрерывности строения материи, проблему пространства и времени в микромире, проблему причинности, проблему единства мира и т.д. (Понятно, что можно было перечислить ряд других проблем, связанных с развитием других отраслей развития естествознания).

Конкретные естественные науки не могут успешно разбиваться без разрешения проблем указанного порядка. Развитие физики – яркое свидетельство этому. Галилей, Ньютон, Эйнштейн, Бор, Гейзенберг и другие «гениальные естествоиспытатели в ходе своих конкретных естественнонаучных исследований вынуждены были решать и фундаментальные философские проблемы. Или возьмем другой пример. «Аритмическая» ситуация, возникшая в связи с кризисом в естествознании, особенно в связи с возникновением квантовой механики в физике, могла быть разрешена только на пути все более полного использования

[27] См. Философия естествознания. М., «Политиздат», 1966, стр. 21-22.

диалектико-материалистических представлений. Как известно, «странное» поведение электрона вызвало крайнее удивление естествоиспытателей. Дело в том, что электрон в определенной системе ведет себя как корпускула (частица), а в других системах – как волна. Поэтому естественно возникал вопрос: что же электрон-частица или волна? На такой метафизически альтернативный вопрос метафизически мыслящие естествоиспытатели давали столь же альтернативный, односторонний, а потому неверный ответ. Потребовался диалектический ум Нильса Бора, который нашел решение квантово-механических парадоксов в русле идеи дополнительности. Диалектическая сущность концепции дополнительности была всесторонне проанализирована советскими естествоиспытателями и философами (В.А.Фок, М.Э.Омельяновский и др.). Природа электрона оказалась глубоко диалектичной и выступает в единстве двух противоречивых моментов – корпускулярного и волнового.

Философия в развитии естествознания играет эвристическую роль, что особенно ярко проявляется в период ломки старых понятий и представлений, в период бурных революционных скачков в естественном знании.

Известно, что на рубеже XIX и XX столетий в естествознании, особенно в ведущей его отрасли – физике, был сделан ряд фундаментальных открытий (рентгеновские лучи, радиоактивность, электрон, давление света, теория относительности и др.), которые вышли далеко за пределы старой механической картины мира, не согласовывались с известными принципами классической физики, разрушали ранние метафизически-механические представления о материи и формах ее существования.

Действительное, философское значение этих открытий могло быть раскрыто лишь диалектическим материализмом. Однако, поскольку большинство естествоиспытателей того времени придерживалось метафизического образа

мышления, их подход к осмыслению этих открытий, как правило, характеризовался глубоким противоречием между конкретным физическим содержанием открытий и их философским истолкованием.

В создавшейся ситуации, с одной стороны, интересы естествознания, а с другой стороны, интересы диалектического материализма, являющегося его методологией, требовали изменения формы материализма, ибо, по выражению Энгельса, каждое крупное открытие, в естествознании с необходимостью требует изменения формы материализма.

Эту крайне сложную и трудную задачу взял на себя В.И.Ленин. В своей работе «Материализм и эмпириокритицизм» В.И.Ленин, изучив и проанализировав громадный фактический материал, эмпирическое знание, накопленное естественными науками, пришел к следующему заключению. «Физический» идеализм точно так же, как и... «физиологический» идеализм, означает только то, что одна школа естествоиспытателей в одной отрасли естествознания скатилась к реакционной философии, не сумев прямо и сразу подняться от метафизического материализма к диалектическому материализму... Современная физика лежит в родах. Она рождает диалектический материализм»[28].

В.И.Ленин в этой работе вскрыл причины кризиса в естествознании, сущность «физического идеализма», вызванного кризисом, указал пути выхода из этого кризиса. Выход из кризиса он видел только в переходе от метафизического материализма, которым руководствовались естествоиспытатели, к диалектическому материализму, являющемуся научной методологией развития естественных наук. Дальнейшее развитие естествознания подтвердило истинность этого гениального заключения В.И.Ленина.

---

[28]См. В.И.Ленин. ПСС. т. 18, стр. 331-332.

В нашей стране достигнуты большие успехи в разработке логики и методологии науки, философских вопросов современного естествознания и т.д. Можно указать такие значительные вехи на этом пути как два Всесоюзных совещания по философским вопросам современного естествознания (1958 и 1970 гг), известную серию книг «Диалектический материализм и современное естествознание». Стали традиционными теоретические конференции и симпозиумы в Киеве, Дубне, Новосибирске и других городах, на которых естествоиспытатели и философы нашей страны обсуждают проблемы и коллизии, возникающие в ходе бурного развития науки. Завещанный В. И. Лениным союз естествоиспытателей и философов-марксистов все более и более крепнет, принося плодотворные результаты в исследовании таких фундаментальных методологических проблем, как раскрытие структуры научных теорий, способов их организации, объяснения природы основных понятий научных теорий, анализа закономерностей и логики развития научного знания и др. Достигнутые успехи, как подчеркивает М.Э.Омельяновский[29], подготовили необходимость перехода к исследованию новых актуальных проблем. Речь, фактически, идет о новом большом шаге в философских обобщениях достижений современного естествознания с позиций марксизма-ленинизма. В настоящее время особое внимание уделяется проблемам научного поиска, логико-методологическим аспектам синтеза нового знания о природе, анализу оснований современного естествознания. Во всем этом многогранном спектре проблем, определенный круг которых исследуется в данном коллективном труде, со все большей рельефностью проявляется истинная роль материалистической диалектики как

[29]См. Философские основания естественных наук. М., 1976, стр. 377-382.

логики и методологии современного естествознания.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТОДОЛОГИИ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

З. М. ОРУДЖЕВ
НАУЧНАЯ ТЕОРИЯ КАК СИСТЕМА КАТЕГОРИЙ. РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ

Теория и ее объект

Теория представляет собой основную форму движения и существования научного знания. В ней не только аккумулируются результаты предшествующей истории познания, но – что еще важнее – в ее структуре получает свое выражение *способ мышления* эпохи. Отсюда – важность изучения теории с точки зрения логики и гносеологии.

Рассмотрим внутреннее строение теории, т. е. те логические ее моменты, которые для нее являются *специфически необходимыми,* а не просто необходимыми или просто специфическими. Например, абстрактные объекты суть *необходимое* условие построения теории, но они возникают уже в рамках эмпирического познания как его результат. В законе Бойля-Мариотта уже фигурирует идеальный газ, в законах Галилея – прямолинейное и равномерное движение и т. д. С другой стороны, мысленный эксперимент, широко применявшийся и применяемый в теоретической физике XX века, специфичен для теоретического познания (хотя и не обязателен), особенно когда речь идет о математике, биологии, социальных науках и т. д.

Таким образом, *специфически необходимые* моменты теории, т.е. ее *внутренние* моменты, должны появиться вместе с ней (или в ней), и без них она должна быть невозможна в *принципе,* т. е. в *любой* форме. Но они могут выявиться после определения ее предмета и общей сути. Из

простого, хотя и скрупулезного описания самой хорошей теории мы можем получить и внешние признаки ее, как, например, мощный математический аппарат, который А. Эйнштейн считает основным логическим средством получения новых теоретических знаний, по крайней мере в физике.

Особенности объекта должны подсказать особенности теории, ее содержание и соответственно форму выражения этого содержания.

Нет надобности подробно останавливаться на двух крайних идеалистических подходах к пониманию объекта теоретического знания – реалистического и номиналистического. Это – *гносеологический* аспект. Реалистическая линия рассматривает объекты теоретического знания в качестве общих идеальных форм, сущностей, она мистична, в то время как номиналистическая линия, отрицающая в материальной действительности существование общего, лишает теорию вообще своего собственного объекта и сводит ее к чистой языковой конструкции, имеющей лишь значение удобства хранения информации о единичных объектах. Внутри самого позитивизма представлены оба подхода, хотя номиналистический господствует.

Но нас в данном случае больше интересует логико-методологический аспект вопроса об объекте теории. Здесь наиболее распространенным взглядом является точка зрения, согласно которой объектами теоретического познания являются *ненаблюдаемые* объекты – электрон, электромагнитное поле и т.д.[1] Этот взгляд наивен. Во-первых, потому что в таком случае античное умозрение становится образцом теоретического знания, поскольку в нем речь идет о явно ненаблюдаемых объектах. Между тем это умозрение непосредственно ведет к грубой чувствен-

[1] См. Р.Карнап. Философские основания физики. М., 1971, стр. 303-304 и др.

ности, когда речь заходит о доказательстве существования этих объектов. Во-вторых, такое понимание объекта теории не объясняет, *как* удается теории сохранить статус теоретического знания после того, как в прошлом ненаблюдаемый объект становится благодаря развитию техники и эксперимента наблюдаемым, как это было, например, после открытия электронного микроскопа с атомами, генетической спиралью и т. д.

Здесь уместнее всего было бы остановиться на различии между умозрением и наукой, на научном знании подробнее. Научное понимание не могло возникнуть без умозрения как предпосылки, ибо именно умозрение является источником идей (хотя и абстрактных), общих догадок, гипотез и т. д. Абстрактная идея, будучи продуктом умозрения, противостоит опыту, чувственности, хотя происходит из этого же опыта, этой грубой чувственности. Умозрительная идея представляет собой не что иное, как весьма сильную абстракцию одного из свойств объекта, «оторванного» в результате этой; абстракции от самого объекта, т. е противопоставленного ему. Так родились число пифагорейцев, идеи Платона, апейрон Анаксимандра, «гомеомерии» Анаксагора, атомы Левкиппа-Демокрита, «кинемы» Эпикура и т. д.

При непосредственном сопоставлении с опытом эти идеи были бессильны обнаружить свою связь с отдельными фактами, объяснить новые явления в их конкретных формах и т.д. Поэтому появлялись наивные рассуждения типа: «море соленое потому, что земля потеет» или «душа состоит из особых атомов» и т.д., т. е. рассуждения, которые не поддавались никакой проверке. Умозрение имело своей эмпирической основой *грубую чувственность, а не точные знания фактов, не саму достоверность.*

В той мере, в какой начинало формироваться эмпирическое естествознание, умозрение трансформировалось в

теоретическое знание. Эмпирической теории соответствовала теоретическая система. Однако последняя возникала не одновременно с первой, а имела ее своей предпосылкой. Научно-теоретическое познание в противоположность умозрению исходит из строго, точно изученных исходных данных, положений, которые возвышаются над грубой чувственностью тем, что являются результатом применения строгих *методов* исследования и абстракций, хотя от этого и не перестают быть эмпирическим знанием.

Эмпирические методы были осмыслены в конце XVII – начале XVIII века. Ф. Бэкон, который одним из первых философски их осмыслил, писал: «Но когда опыт пойдет вперед по определенному закону, то можно будет ожидать для наук чего-либо лучшего»[2]. Поэтому нет ничего парадоксального в том, что эмпирик Ф.Бэкон питал недоверие к чувствам.

Факт же трансформации умозрения, «метафизического» знания в научное познание осмыслил не кто иной, как Анри Сен-Симон, который говорил о необходимости превращения всех наук в позитивное познание. Причем философия здесь не должна составлять исключения. Как бы то ни было со спецификой философского знания, А. Сен-Симон правильно отмечает, что начиная с XV века («разум стремится обосновывать все свои суждения на наблюденных и исследованных фактах; на этом положительном фундаменте он уже преобразовал астрономию, физику, химию, и эти науки составляют в настоящее время основу народного образования. Отсюда необходимо приходим к заключению, что и физиология, частью которой является наука о человеке, будет изучаться методом, принятым в других физических науках, что она будет введена в народное образование, когда станет наукой *позитивной.*

---

[2] Ф.Бэкон. Новый органон. М., 1938, стр. 81,

...Частные науки, – пишет он далее, – суть элементы общей науки; общая наука, т. е. философия, должна была быть гадательной, пока гадательными были частные науки; она стала наполовину гадательной и позитивной, когда некоторые из частных наук стали позитивными, а другие оставались еще гадательными; она станет совершенно позитивной, когда все частные науки станут таковыми»[3].

Во времена А. Сен-Симона науки об обществе еще не стали «позитивными», поэтому он еще не видит специфики исторических наук. Не видит он также специфики и философии. Зато он точно фиксировал начало научного познания окружающей действительности, которое не могло не быть эмпирическим.

Этот начальный эмпирический аспект научности знания абсолютизировал находившийся под его влиянием Огюст Конт, объявивший позитивный момент в науке единственным специфическим признаком последней. Поскольку специфика философского знания как отнюдь не эмпирического обнаружилась в XIX веке весьма явным образом, О. Конт объявляет философию не позитивной, а потому не научной формой знания. Это сравнение философии с другими науками как положительными встречается и у Ф.Энгельса (см. его работу «Людвиг Фейербах и конец немецкой классической философии»), однако вывода о ненаучности философского знания Ф.Энгельс не делает, учитывая специфику философии как науки, эмпирическая основа которой создается в ходе развития именно других, позитивных наук. Позитивисты XX века не всегда последовательно продолжают линию абсолютизации позитивного начала науки, подставляя вместо «наблюденных и исследованных фактов» «протокольные предложения», а в ряде случаев даже просто «язык науки», поскольку чем

[3] А. Сен-Симон. Избранные сочинения, т. I. М,–Л., 1948, стр 148-149.

дальше, тем выше теоретический уровень науки, тем сложнее теоретические проблемы решать эмпирическими методами, на что обращал внимание еще Ф. Энгельс во второй половине XIX века. Тем самым мистифицируется и сама сущность, природа теоретического знания, которое или отвергается, как псевдонаучное мышление, или превращается лишь в *способ* употребления определенного языка, или квалифицируется как знание о ненаблюдаемом и т.д., но только не рассматривается как *определенный способ мышления* об изученных фактах, *способ* понимания явлений *в их внутренней связи.*

В общем-то большинство логиков науки и естествоиспытателей признает связь теории с эмпирическими данными, с экспериментом и опытом. Однако трудность они испытывают при рассмотрении происхождения теоретического знания и сущности его объекта. Если объекты теорий ненаблюдаемы, то как они могут быть отображены с помощью эмпирического? Какова связь между ними? Теоретическая конструкция явно не похожа на наблюдаемые явления. Тогда откуда она происходит? Как она возникает?

А. Эйнштейн, который не пренебрегал изучением истории философии, в отличие от многих логиков науки правильно ставит вопрос о соотношении двух противоположных составляющих: мышления и опыта. «Речь идет, – пишет он, – о вечном противопоставлении в занимающей нас области двух неотделимых составляющих нашего познания: опыта и мышления»[4]. «Чисто логическое мышление, – продолжает он, – само по себе не может дать никаких знаний о мире фактов; все познание реального мира исходит из опыта и завершается им. Полученные чисто логическим путем положения ничего не говорят о действи-

[4] А.Эйнштейн. Физика и реальность. М., 1965, стр. 61-62.

тельности»[5]. Таким образом, источник теоретического знания все же в опыте и без него невозможен. Но, с другой стороны, специфическое содержание теории непосредственно не вытекает из опыта, из эмпирии. «Ньютон, творец первой общенаучной плодотворной системы теоретической физики, еще думал, что основные понятия и принципы его теории вытекают из опыта. Очевидно, именно в таком смысле нужно понимать его изречение «Hypotheses non fingo»[6].

Таким образом, А. Эйнштейн довольно четко сформулировал *основную антиномию* происхождения теоретического: теория рождается из опыта и вместе с тем не из опыта. Другое дело – решение проблемы. Высокая философская культура помогла ему сформулировать очень и очень точно существо проблемы. Связь же только с физико-математической областью познания продиктовала относительно ограниченное решение проблемы. «Я убежден, что чисто математическое построение позволяет найти те понятия и те закономерные связи между ними, которые дают ключ к пониманию явлений природы. Природные математические понятия могут быть подсказаны опытом, но ни в коем случае не могут быть выведены из него. Опыт остается, естественно, единственным критерием пригодности некоторого математического построения для физики. Но собственно творческое начало относится к математике»[7].

Можно не согласиться с таким заключением, имея в виду другие теоретические дисциплины, но, даже подставив вместо математики логику, мы не сможем понять, почему дело должно обстоять именно таким образом, а не иначе?

---

[5] Там же, стр. 62.
[6] Там же, стр. 63.
[7] Там же, стр. 64.

Почему на эмпирическом уровне творческое начало принадлежало наблюдению, опыту, эксперименту, а потом появляется надобность в теории? Постановка вопроса явно превосходит его решение! С другой стороны, надо отдать должное А. Эйнштейну в том, что описание структуры самой теории дается им весьма глубокое и правильное, хотя и неполное.

Предвосхищая в некоторой степени ответ на вопрос о творческой роли логического начала в конструировании теории» заметим, что эта роль обусловлена *давлением исторически предшествовавшего развития знания.* Сами по себе логические и математические правила не обеспечивают переход знания на теоретический уровень. Те категории теории, которые для нее специфичны, образуются, формируются исторически, поэтому они и происходят как из опыта, так и из логики, в то же время не из опыта только и не из логики только. Никакой формализм не превратит знание в теорию, если это знание по своему содержанию не теоретично. По содержание теории тоже формируется исторически, по мере развития познания, по мере проникновения последнего вглубь вещей. И тут мы снова возвращаемся к вопросу о том, что является объектом теории?

Вряд ли можно согласиться с утверждением, что объект материальной действительности – далеко не подходящий объект для теоретика, ибо в нем процесс не выступает в чистом виде, как часто утверждают. Сказать, что объект теории – «продукт конструктивной деятельности исследователя» и верно и неверно. В общем-то и эмпирическое познание «формирует» в известном смысле свой предмет, поскольку даже эксперимент и опыт уже предполагают предварительное идеальное выделение известной совокупности свойств материальной действительности из их контекста. До нового времени каждая математическая величина (и понятие) имели вполне определенную эмпири-

ческую интерпретацию, особенно это относится к элементарной арифметике, но, тем не менее, ее предмет был активно выделен познавательной (и практической) деятельностью человека. Словом, познание человека всегда носило активный характер, и эта активность распространялась и на формирование самого объекта познания, что нисколько не мешало объекту существовать в материальном мире. Даже евклидова геометрия с ее абстракциями точки, линии и поверхности получала вполне эмпирическую интерпретацию, что означало признание того, что ее объект находится и во внешнем материальном мире.

Следовательно, и для теории сам факт формирования объекта познания в ходе теоретического познания не обязательна должен означать, что он лежит, находится за пределами материального мира.

Трудно согласиться также и с тем, что объектом теоретического знания является лишь одно свойство эмпирического объекта, причем абстрагированное от самого эмпирического объекта. В том-то все дело, что таков объект именно эмпирического уровня знания. Свойство, даже существенное свойство, всегда является объектом рассмотрения эмпирического познания, даже эмпирической теории, но не теоретической системы, ибо это свойство не охватывает, не исчерпывает сущности предмета в целом. Теоретическая система всегда есть раскрытие сущности предмета *в целом,* т. е. в единстве всех его внутренних сторон[8]. Недосягаемая всесторонность рассмотрения на эмпирическом уровне (вследствие бесконечного перечисления всех свойств) на уровне теории становится необходимым условием вследствие специфичности самого объекта – *целостной структуры сущности предмета.*

---

[8] Термин «внутренний» тождествен и понятию «специфически необходимый».

Уже отсюда видна связь объекта теории с особенностью ее построения. Целостное изображение предмета обусловливает необходимость *всестороннего* его рассмотрения. А поскольку последнее невозможно путем перечисления и описания всех свойств предмета, то здесь встает и другой вопрос – вопрос о *способе* целостного изображения сущности, а не одностороннего, как на эмпирическом уровне. Но вопрос о *способе* построения теории объекта есть вопрос о *методе* теории, т. е. *форме, логической структуре.* Еще Гегель показал, что «спекулятивный», т. е. теоретический, метод совпадает со структурой целостного предмета. Подчеркнем лишь, что метод действительно совпадает со структурой предмета, *но не по своей форме.* По своей форме он совпадает со *структурой теоретического мышления.*

Дадим определение теории. Теория – это система категорий и законов, отображающая в своей структуре сущность предмета в целом, т. е. целостную структуру объективно существующего предмета исследования. Это определение можно сравнить с определением теории, которое дает П.В.Копнин. «Теорией называется обширная область знания, описывающая и объясняющая совокупность явлений, дающая знание реальных оснований всех выдвинутых положений и сводящая открытые в данной области законы к единому объединенному началу. Данное определение не исчерпывает всего содержания понятия «теория», но выделяет главное, основное в нем. Когда речь идет о теории, то подразумевают прежде всего довольно большую область знания о каком-либо предмете или совокупности явлений»[9]. Но это добавление относительно «довольно большой области знания о каком-либо предмете» настолько неопределенно, что под него как раз с успе-

[9] П.В.Копнин. Философские идеи В. И, Ленина и логика. М., 1969 стр. 302.

хом можно подогнать всю совокупность эмпирических знаний. Более ценным является утверждение о том, что теория сводит «открытые в данной области законы к единому определяющему началу». Именно это обстоятельство характеризует ту особенность теории, что ей приходится строить систему законов, связанных друг с другом внутренне, т. е. имеющих *одно объединяющее их начало.* Это характерно для системы, а система – для теории.

Это обстоятельство мы и будем иметь в виду при анализе теории. Функции же описания и объяснения, как неспецифические, хотя и необходимо присущие теории, мы специально принимать во внимание не будем, тем более что место объяснения в теории выясняется в связи с проблемой теоретического доказательства.

Теоретическая проблема и идея

Из приведенного определения теории и ее объекта видно, что основная цель теории – не объяснение, а раскрытие системы законов действительности в их весьма определенной связи. Объяснение – важная задача теории, связанная с доказательством ее истинности, но объяснение не есть цель теории, поскольку теория относится не к отдельным фактам и явлениям, а к структуре, целостной сущности предмета.

Уже первые основные логические моменты теории характеризуют специфически целостный охват ею своего объекта.

Перечислим сначала эти логические моменты: 1) проблема; 2) идея; 3) принципы; 4) категории и их синтез; 5) универсальные законы; 6) следствия теории.

Теперь рассмотрим их коротко по порядку.

Итак, понятие *проблемы.* Теоретическая проблема ставится там, где речь идет о целостном, внутреннем рас-

смотрении предмета, объекта. В отличие от задачи, которая может быть поставлена и перед экспериментом, и перед наблюдением, и перед любым логическим, математическим и другим вспомогательным исчислением, рассуждением и т.д., т.е. в отличие от задачи, имеющей всегда частное значение, теоретическая проблема формулируется применительно к необходимости развития *знания о предмете в целом.* Сама проблема может реализоваться через совокупность решенных задач. Разумеется, задачи могут носить практический характер, но мы будем иметь в виду познавательные. Решение задачи – путь к решению проблемы, ступень, часть разрешения проблемы. С другой стороны, задача определяется условиями проблемы.

Решение проблемы, таким образом, обусловлено решением задач, но постановка задачи обусловлена постановкой проблемы.

Что же такое проблема? Утверждение, что проблема есть знание о незнании», неопределенно, хотя афоризм красивый. Задача также является «знанием о незнании». Но если для задачи достаточно этой негативной формы знания, то для проблемы важна позитивная форма знания в качество предпосылки. То есть предпосылкой проблемы является позитивная форма знания, предпосылкой же задачи – сама проблема, которая уже есть это «знание о незнании», порождающее некоторую совокупность частных «знаний о незнании».

Откуда такое соотношение между ними?

Часто проблема изображается в форме диалектического противоречия, что совершенно верно. Но в качестве такового берется противоречие между теорией и новым, не объяснимым на основе этой теории фактом, явлением. Безусловно, появление такого противоречия должно привести к возникновению проблемы как начала теоретической системы, теоретического знания, понимания, если допол-

нительные поправки к теории не позволят дать удовлетворительного объяснения нового факта, явления- Но даже в форме такого противоречия проблема еще не будет иметь адекватного вида.

Проблема возникает тогда, когда одна эмпирически верифицированная теория сталкивается не с новым фактом, а с новой эмпирически верифицированной теорией, т.е. когда новый факт, явление позволяет построить новую эмпирически ограниченную теорию, формулирующую некоторую совокупность необходимых, закономерных связей. Собственно, сама необъяснимость новых фактов, явлений на основе прежней теории только тогда и выявляется, обнаруживается, когда эти новые факты, явления позволяют строить новую эмпирическую теорию, противостоящую старой или прежней, а не являющуюся к ней поправкой, дополнением. Эмпирическая теория в отличие от теоретической системы знания представляет собой прямое обобщение фактов, опыта, словом, некоторой совокупности эмпирических данных.

Проблема образуется, как видно, из *антиномии* двух эмпирических теорий, точнее их *основных тезисов, положений.*

Именно антиномия является адекватной формой теоретической проблемы, поскольку она очерчивает крайние точки, границы области исследования[10]. Этими границами являются тезис и антитезис – две позитивные формы знания, одновременно исключающие друг друга *непосредственным* образом. Теория же призвана обнаружить их

---

[10] На это обстоятельство впервые в истории философии обратил внимание И. Кант, которому принадлежит заслуга открытия антиномий. Он, во-первых, показал, что антиномии находятся «за пределами опыта» (И. Кант. Соч., т. 3, стр. 400). Во-вторых, он показал, что после соответствующего уточнения данное основоположение сохраняет свою силу «как проблема для рассудка».

опосредствованную связь, единство.

Отсюда видно значение проблемы для построения теории. Она определяет предметную область теоретического исследования. Поэтому-то правильно сформулировать проблему – значит наполовину решить ее. Правильно сформулировать проблему – значит почти заложить основу теории, ибо основа теоретического построения представляет собой отношение противоположных исходных положений, каковыми в данном случае и являются члены антиномии.

Поскольку члены антиномии верифицированы, истинны и формулируются в обобщенной форме закономерностей (но не законов, правда), то сама проблема не является ничем не обусловленным сомнением или проявлением любопытства, а *необходимым следствием* предшествующего развития познания. Вопрос может возникнуть вследствие удивления перед необычным явлением, фактом, но проблема вырастает закономерно: не как результат столкновения определенного знания, понимания с неясностью в отношении каких-либо фактов, явлений, а в результате столкновения двух сформировавшихся пониманий, обобщенных знаний. Поэтому проблема является *следствием развития познания,* а *не его остановкой.* В этом смысле можно сказать, пользуясь выражением П.В.Копнина, но не принимая его буквально, «сама проблема – уже система различного знания, включающего в себя ранее установленные факты, мысли о возможности решения поставленной проблемы, саму ее постановку. Эта система, – продолжает он, – представляет собой совокупность суждений, в центре которой стоит суждение-вопрос. В этом суждении-вопросе и выражено то непознанное, которое необходимо превратить в познанное»[11].

---

[11] П.В.Копнин. Ук. раб., стр. 296.

Думаю, что основная мысль этого высказывания относительно теоретической проблемы как системы верна в том смысле, что проблема очерчивает *контур* будущей системы, и в этом ее важнейшее значение. Всю систему знания о сущности предмета в целом даст построенная теория. Что же касается «суждения-вопроса», то на стадии проблемы мы имеем не один вопрос, а довольно много, поскольку построенная теория всегда отвечает па множество вопросов, а не только на один. Об этом хорошо пишет Р. Фейнман в первом томе лекций по физике в разделе, посвященном ньютоновской теории тяготения[3012].

Можно сказать, что в системе суждений, формирующих проблему, можно выделить *основной вопрос,* который бы выражал самую суть проблемы, как, например, в философии основной вопрос, касающийся отношения обоих членов антиномии – материи и сознания, – всегда стоит в центре внимания. Но и он распадается на две стороны, а по существу на два, хоть и связанных, но тем не менее разных вопроса (вопрос о «первичности» и вопрос «о тождестве»), требующих двух разных ответов.

Характерно, что при ответе на основной вопрос философии строились разные философские системы и всегда при этом доминировал то один, то другой член антиномии в качестве *абсолютного основания* (в зависимости от типа монизма). Можно провести некоторую аналогию здесь с тем, как в квантовой механике Шредингер в концепции («волнового пакета» и де Бройль в концепции «волны-пилота» пытались построить теоретические системы на основе только одного из крайних членов антиномии – волны, получив при этом ряд положительных результатов, как собственно и многие философы, исходившие из ложной

---

[12] См. Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. М., 1965, т. I, гл. 7.

абсолютизации идеального аспекта человеческой деятельности.

Интересно также и то, что основной вопрос философии как проблема сформировался не сразу. У древних греков дело обстояло так, что они само идеальное изображали как нечто материальное (атомы) или материальное как ложный мир, фикцию. Поэтому Г. В. Плеханов совершенно прав, отмечая: «...было время, когда вопрос этот не возникал перед философами. Это было в первый период развития древней греческой философии. Так, например, Фалес учил, что вода есть то первоначальное вещество, из которого все происходит и в которое все возвращается. Но при этом он не спрашивал себя: а как же относится сознание к этому основному веществу? Не спрашивал себя об этом и Анаксимен, считавший основным веществом не воду, а воздух»[13]. Только после того, как в какой- то мере стало возможным в *систематически обобщенной форме* отобразить в познании *свойства* как материального, так и идеального (после средневековья, когда все внимание философов и теологов было сосредоточено на свойствах духа и его самостоятельности), – лишь после этого проблема всей философии была сформулирована. Конечно, уже когда Платон создал первую систему идеализма в противовес Демокриту, уже тогда основной вопрос философии возник, но не сформировался полностью как проблема, поскольку ни один философ того времени не исходит из принципа связи материального и идеального друг с другом (а в этом-то суть проблемы), а полагал, что одно существует по истине, другое ложно. Тем не менее основной вопрос существовал, хотя и не сформировался в теоретическую проблему. Поэтому существовали уже тогда и основные направления в

[13] Г.В.Плеханов. Избранные философские произведения, т. III. М., 1956-1958, стр. 614.

философии. Только в новое время оба члена антиномии уже осмысливаются как *две реальности,* которые нужно раскрыть в их определенном соотношении, зависимости (в случае монизма) или независимости (в случае дуализма), хотя исключения, подобные вульгарному материализму, и имели место. Оба противоположных тезиса были верифицированы, имели реальную основу. Но каково было действительное отношение между ними? Каждый новый ответ на него представлял собой целостную философскую систему, *теоретическое построение.*

Ф. Энгельс поэтому пишет, что основной вопрос философии «мог быть поставлен со всей резкостью, мог приобрести все свое значение лишь после того, как население Европы пробудилось от долгой зимней спячки христианского средневековья»[14].

Подобно тому, как квантово-механическая проблема сформировалась в XX веке, т. е. только после того, как сложились копускулярная теория света и волновая в качестве антиподов, я причем *на более обобщенной основе,* чем во времена Ньютона и Гюйгенса, а именно – когда эта антиномия возникла на базе исследования свойств вещества – электронов и других, элементарных частиц – и энергии, – подобно этому и основной вопрос философии сформировался как проблема всей философии после того, как противоположные философские направления возникли и в своем развитии достигли высокой степени зрелости- Такая зрелость стала возможной лишь тогда,, когда развитие специальных наук в новое время стало доставлять научный эмпирический материал для проверки философских положений о специфике и особенностях развития духа (особенно в работах рационалистов) и материи. Прежде всего изучение истории математики позволило убедиться в

[14] К.Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 21, стр. 283.

наличии таких закономерностей движения духа, как независимость от эмпирических данных, преемственность духа и т. д. Механика же доставляла материал для материалистических обобщений. Интересно в этой связи смущение Декарта при объяснении природы человека с помощью законов механики: законам механики подчиняется материальная плоть человека, но не его разум.

Итак, сама проблема *формируется исторически,* т. е. в качестве следствия предшествующего развития познания, и не может с самого начала выступать как нечто готовое. Возникнув, это следствие все еще формируется, созревает, порождая идеи все более глубокие по мере своего собственного формирования.

Чем менее развитые формы имеет проблема, тем более ложные идеи она рождает.

Например, существовавший в конце XVIII века в биологии научный материал, обобщенный в форме эмпирических классификаций, не позволял четко сформулировать идею изменчивости наследственных признаков, поэтому идея Ламарка об эволюции повисает в воздухе, в то время как идея катаклизмов Кювье одерживает верх, хотя она и была ложной. Данные палеонтологии были научно оформлены, а они не могли свидетельствовать в пользу непрерывной изменчивости наследственных: признаков, ибо выступали в форме дискретности слоев остатков животных. Но данные, свидетельствовавшие об изменчивости наследственных признаков, были получены в ходе открытия живой клетки, доказывавшей уже *генетическое* единство живого мира, и накопления эмпирического материала. Ч. Дарвиным. Тем самым антиномия, т. е. проблема, окончательно, оформилась, встал вопрос о соотношении наследственности и изменчивости как реальных, верифицированных факторах биологической жизни, что послужило достаточно прочной почвой для торжества истинной

идеи эволюции видов, на основе которой была построена теория происхождения видов Ч. Дарвина.

Что касается знаменитой и даже до сих пор окончательно не завершенной квантовомеханической идеи, то и она не возникла сразу и безболезненно, а формировалась, проходя этапы односторонних заблуждений (только гегелевская абсолютная идея никогда не заблуждалась, но на то она и была абсолютной). Так, М.Планк, в 1900 г. высказал свою гипотезу квантов. А в 1905 г. А. Эйнштейн выдвинул положение о квантах света, в 20-х годах названных фотонами. Но антиномия еще не была сформирована в достаточной степени потому, что свет не состоит из квантов, а лишь поглощается и излучается квантами, подобно планковской энергии излучения. Подтверждающий положение А. Эйнштейна эксперимент, т. е. фотоэффект, все еще давал повод так думать. И еще в 1912 г. в представлении об избрании А. Эйнштейна в Прусскую Академию наук крупнейшие немецкие физики, в том числе М. Планк, оправдывали его следующими словами. «То, что он в своих рассуждениях иногда выходит за пределы цели, как, например, в своей гипотезе световых квантов, не следует слишком сильно ставить ему в упрек. Ибо, не решившись пойти на риск, нельзя осуществить истинно нового, даже в самом точном естествознании»[15]. Как известно, идея, которая легла в основу всей квантовой механики, окончательно сформировалась лишь в 20-х годах, т. е. тогда, когда окончательно сформировалась и ее основная антиномия благодаря усилиям Л. де Бройля, Н. Бора и др. Таким образом никакой абсолютной непосредственности исходных идей в лейбницевском смысле не существует. Интуиция здесь не причем. *Идея формируется исторически вместе с проблемой.*

---

[15] «Успехи физических наук», 59, вып. 1, 1956, стр. 127.

Суть идеи заключается в том, что она устанавливает в абстрактной, весьма общей форме связь между членами антиномии. Она поэтому с самого начала синтетична. Но несмотря на свою синтетическую природу, она – результат теоретического анализа, сводящего все особенные, сложные формообразования к *простейшей, общей основе.* Этой общей основой является *простейшее отношение как единство противоположностей.*

Можно поэтому сказать, что идея, которая лежит в основе теории, есть движение вперед от проблемы данной теории и движение назад от уже известных эмпирических форм предмета к исходной основе. И это иллюстрируется не только на примере «Капитала», где теоретический анализ, как известно, привел от понятия прибыли, эмпирически данной, к понятию прибавочной стоимости, но и на примере второго начала термодинамики, связанного с именами С. Карно и Клаузиуса. Первый, как известно, уже имел перед собой эффект тепловой машины и первое начало термодинамики. Однако чтобы получить второе начало термодинамики, Сади Карно произвел именно теоретический анализ.

Итак, идея – результат теоретического анализа, и поскольку она – *проста, основа* теории выражает отношение, *абстрактный синтез* исходных противоположностей. Идея поэтому есть нечто отличное от догадки, которая пытается дать *результат,* а не основу теории, не начало движения знания. Догадка есть нечто случайно пришедшее в голову индивиду; идея формируется, так сказать, в результате общих усилий «надлично», т. е. исторически.

Идея в теории играет роль объединяющего начала, на это в свое время указывал И. Кант, имея в виду систему науки[16]. Поскольку теория и есть научная система, и наука

[16] См. И. Кант. Соч., т. 3, стр. 680.

возможна лишь в форме теории, то вполне справедливо утверждение, что идея содержит в себе программу построения теории, путь ее созидания, или, как говорил Кант, *схему.* Как справедливо пишет П.В.Копнин, «на ее основе происходит восхождение от абстрактного к конкретному»[17].

Но если функция идеи – быть объединяющим началом, основой системы многообразных понятий теории, то, с другой стороны, эта система понятий раскрывает содержание идеи. Идея присутствует в каждой категории теории (в явной или неявной форме)-Чтобы выполнять эту функцию, идея по своему содержанию должна выражать *субстанциальное отношение* предмета. Субстанциальность характеризуется всеобщностью, независимостью, однокачественностью. Например, теория атома, или атомная теория, стала строиться лишь после того, как Резерфорд выдвинул идею определенного электромагнитного взаимодействия протона и электрона, содержащегося во всех атомах. Субстанциальным отношением явилась здесь единство тих противоположностей, которое (это единство) можно назвать *электромагнитным.*

Что касается основной квантово-механической идеи единства корпускулярных и волновых свойств микрообъектов, то она содержит в качестве субстанциальной основы понятие кванта действия.

Субстанциальная основа позволяет понять внутренний характер единства противоположных, полярных членов идеи – единства, которое есть тем самым нечто большее, чем только дополнительность. Или: это единство объясняет необходимость дополнительности. Ясно, например, что потребительная стоимость и стоимость в товаре дополняют друг друга, но то, что делает это дополнение необходимым,

---

[17] П.В.Копнин. Ук. раб., стр 436.

есть труд как субстанция стоимости, лежащая в основе ее как противоречивого отношения. Точно также отношение частиц и античастиц имеет в своей основе энергию их масс как их субстанцию, через которую и осуществляется их единство. В основе же обмена веществ в живом организме, который есть единство ассимиляции и диссимиляции и с которого вообще начинается жизнь, лежит клетка, процесс ее движения–возникновения и разложения.

Раскрытие субстанциальной основы единства противоположных сторон в структуре идеи, показывающей необходимый характер единства противоположностей и объясняющей, почему они противоположны именно в одном и том же отношении, – понимание этой субстанциальной основы является важнейшей предпосылкой понимания целостного характера всей теории. Здесь с самого начала, таким образом, очерчиваются границы ее целостности (противоположности суть крайние точки, границы, полюса, за пределами которых кончается предметная область[18], и дальнейшее движение вперед, следовательно, заключается не в выходе за эти пределы, а в исследовании того, что заключено в эти рамки). Тем самым субстанциальное отношение идеи присутствует во всех остальных понятиях теории, поскольку они не могут вывести знание за вышеуказанные полярные, крайние точки.

Благодаря этому обстоятельству в идее с самого начала заложена основа *схемы* ее реализации. Наличие субстанциальной основы, этой оси, связывающей противоположности единым необходимым отношением, само содержит в себе уже *программу* дальнейшего движения вперед, *схему*. по которой эмпирически данный материал (даже если он и

[18] Предметная область и предмет отличаются друг от друга лишь тем, что последний изучается наукой в целом и по мере развития науки сам изменяется. Предметная область — элемент, сторона предмета науки.

не совсем полон) располагается в определенном *порядке* для конкретного изучения внутренних связей между ними. Кант, хоть и не видел, откуда берется схема реализации идеи (ибо не видел субстанциального единства антиномий), тем не менее понимал, что идея развивается в некую целостную систему по определенной схеме, что он и констатировал. «Идея, – писал он, – нуждается для своего осуществления в схеме, т. е. в a priori определенном из принципа цели существенном многообразии и порядке частей. Схема, начертанная не согласно идее, т. е. исходя не из главной идеи разума, а эмпирически, т. е. согласно случайно представляющимся целям (количество которых нельзя знать заранее), дает техническое единство, а схема, построенная согласно идее (когда разум a priori указывает цели, а не эмпирически ожидает их), создает архитектоническое единство»[19].

Если пренебречь субстанциальной основой, содержащейся в идее, то невозможно выработать единый принцип, с помощью которого все эмпирические данные можно распределить по определенной логической схеме. В основе теории должен, следовательно, лежать минимум понятий, предельно общих, однако, для всей совокупности эмпирических данных. Но этот минимум понятий, наиболее удаленных, по выражению А.Эйнштейна, от опыта[20], опять-таки представляет собой два полярных понятия плюс

---

[19] И. Кант. Соч., т. 3, стр. 680-681.

[20] А.Эйнштейн писал: «ошибаются теоретики, думающие, что теория индуктивно выводится из опыта» (А.Эйнштейн. Физика и реальность. М., 1965, стр.43). С его точки зрения, применение «весьма близких к опыту понятий...» приводит вследствие этого к отказу «от единства фундамента». (См. там же, стр. 43-44). Отсюда – его критика «Теории познания» Ст.Милля и Э.Маха. Между тем, подлинно теоретическое построение устанавливает «логическую связь между явлениями, которые с точки зрения прямого опыта не имели абсолютно ничего общего» (там же).

те предварительные, фундаментальные, с помощью которых между полярными устанавливается субстанциальное единство. В своей совокупности этот минимум понятий образует *принцип,* исходную *категорию* и самый общий, абстрактный *закон.*

Все эти три понятия совпадают между собой и перестают непосредственно совпадать друг с другом по мере построения теории, т. е. последующие категории и законы перестают быть принципами, поскольку все больше конкретизируются и, наконец, становятся следствиями.

Принципы и категории теории

Справедливо утверждение, что принцип является первым и самым общим определением идеи. Но он формулируется в форме самого общего исходного теоретического понятия, *категории,* содержанием которой выступает наиболее общий закон, выражающий *субстанциальное отношение* предмета, о котором говорилось выше. Так, исходным понятием классической механики можно считать идею относительности, с которой началось действительное научно-теоретическое изучение механической, т. е. простейшей, формы движения. Но она лишь абстрактно преодолевала противоположность движения и покоя. *Первое* же конкретное определение идеи относительности – это теоретическое понятие, или *категория инерции,* содержанием которой является известный закон инерции. Он обычно носит название первого закона Ньютона. Как пишут С.Э.Фриш и А.В.Тиморева, «первый закон Ньютона иногда называется принципом инерция»[21]. Понятие инерции впервые было выработано в качестве принципа, или как

[21] С.Э.Фриш и А. В. Тиморева. Курс общей физики, т. 1, М., 1957, стр. 45.

пишут А. Эйнштейн и Л. Инфельд[22], в качестве первой руководящей идеи по проблеме движения Галилеем и позднее сформулировано в качестве закона Ньютоном.

Закон инерции действительно является общей конкретизацией (идеи) относительности, так как в этом законе покой или равномерное и прямолинейное движение берутся именно относительно *инерциальной* системы отсчета. Относительность действительно является субстанциальной основой механического, т. е. пространственного движения, ибо все параметры такого движения приобретают смысл лишь по отношению к инерциальной системе отсчета. Поэтому фундаментальными понятиями, на которых начала строиться «классическая теория» (механика) были: 1) материальная точка, 2) сила взаимодействия между материальными точками (потенциальная энергия) и 3) инерциальная система, составленная из декартовой системы координат и временной координаты[23]. (Понятие поля – второго носителя энергии–появилось уже после того, как классическая механика сформировалась в качестве теоретической системы. Поэтому понятие поля послужило началом создания особой теории – теории поля). Сюда же следует отнести также понятие массы как одно из принципиальных понятий динамики, на основе которого можно научно понять и что такое *сила* и даже что такое *инерция.* Не случайно понятие массы было введено Кеплером еще до открытия Галилеем принципа инерции для объяснения эллиптической траектории движения планет- Понятие массы по существу вводилось Кеплером для объяснения сопротивления тела изменению движения или даже самому движению. Поэтому вполне понятно утверждение Г. Герца о том, что «представление Галилея об инерции устанавли-

[22] См. А. Эйнштейн и Л. Инфельд. Эволюция физики. М., 1965, стр. 9.
[23] См. А. Эйнштейн. Сущность теории относительности. М., 1955, стр. 146.

вает связь между пространством, временем и массой. В законах движения Ньютона впервые появляются все четыре основных понятия (пространства, времени, силы, массы. – *З.О.*) во взаимной связи между собой»[24].

Каждому из названных фундаментальных исходных понятий (категорий) классической механики соответствует закон. Понятиям пространства, времени и массы – закон инерции, понятию силы – второй и третий законы Ньютона.

Благодаря принципу относительности удалось вообще преодолеть противоположность движения и покоя Принцип инерции помог объяснить и понятие силы, и понятие ускорения, и эллиптическое движение планет. А. Эйнштейн и Л. Инфельд пишут по этому поводу следующее: «Путь, который привел к обобщению руководящей идеи Галилея, длинен и извилист. Мы не можем показать здесь, какими изобильными и плодотворными оказались последствия этого обобщения. Его применение приводит к простому и удобному объяснению многих фактов, до того времени несогласованных и непонятных»[25]. Можно вполне без понятия тяготения объяснить эллиптическое движение планет, пользуясь понятиями движения, силы и массы, что и было сделано Кеплером Ньютон конкретизировал вид той силы, которая управляет взаимодействием макротел. Кеплер пользовался понятием инертной массы, т. е. негативной формой силы, *сопротивляющейся* движению, в то время как Ньютон вводит силу в положительной форме, в форме тяготения, которая связана с понятием тяжелой массы.

Между прочим, так же обстояло дело и с объяснением происхождения прибавочной стоимости у Маркса. Закон

---

[24] Г.Герц. Принципы механики, изложенные в новой связи. М., 1959, стр. 17.
[25] А. Эйнштейн, Л. Инфельд. Эволюция физики, стр. 23.

стоимости как принцип проходит сквозь все категории «Капитала» Маркса. Но чтобы объяснить возникновение прибавочной стоимости на основе закона стоимости, нужно было ввести фактор, который бы явился положительной формой, опосредствующей переход к прямо противоположному по отношению к закону стоимости понятию прибавочной стоимости. Это была рабочая сила как товар. Здесь аналогия очевидна. Закон инерции означает прямолинейное равномерное движение. Кривая, т. е. противоположная линия движения, образуется посредством введения направляющей силы. Ее конкретной положительной формой является тяготение. Инертная же масса сама по себе не объясняет происхождения этой положительной силы.

Квантовая теория, в основу которой легла идея, сформулированная Луи де Бройлем, имеет своим основным принципом *принцип квантования.* Первоначально этот принцип был сформулирован как принцип квантования энергии, затем Планк дал его более общую формулировку, как принципа квантования действия вообще[26]. Квант действия – это *субстанция,* присутствующая во *всех* явлениях, изучаемых квантовой теорией, хотя первоначально «введение предложенной Планком гипотезы, – как пишет де Бройль, – казалось просто остроумным приемом, позволяющим улучшить теорию интересного, но, в общем-то, довольно частного явления»...[27].

В движении единой субстанции данной предметной области следует искать основу единства всех понятий теории, связанных между собой ее основным принципом.

Остальные принципы теории все более конкретизируют идею, являясь основой отдельных разделов теории, ее «ответвлений», как, например, принципы сохранения массы и

---

[26] См. Луи де Бройль. Революция в физике. М., 1965. стр 92-93
[27] См. Луи де Бройль. Революция в физике. М., 1965, стр. 91

энергии в классической физике или обобщенный принцип спектрального разложения в волновой механике[28] и т. д.

Благодаря именно основному принципу теории, выражающему субстанциальное свойство предмета, удается построить *единую теоретическую систему* понятий и законов. Он проливает свет на все казалось бы не имеющие между собой ничего общего факты и явления.

Логическая роль основного принципа по отношению ко всей теории определяется *онтологическим его аспектом* – отражением субстанциального отношения предмета. Что касается его логической объединяющей функции, то она распространяется не только на факты, которые всегда по видимости ему противоречат (и инерция, и равенство стоимостей в актах обмена, и квантованность энергии и действия, и дискретный характер наследования биологических признаков и т.д. – все это в мире фактов, на первый взгляд, отсутствует), но и на понятия, законы и другие принципы теории. Причем основной принцип является всегда принципом *сохранения субстанциального свойства*[29]. Поэтому остальные принципы в явной или неявной форме зиждятся на основном.

Принципы позволяют формулировать законы, связывать понятия в законы, а законы – в единую систему знания. Причем, поскольку речь идет о теории как целостной системе, естественно, самое важное заключается не просто в сравнении теоретических и эмпирических понятий и зако-

---

[28] Там же, стр. 173.

[29] Так, принцип инерции выражает идею сохранения состояния покоя или движения тела, основной принцип специальной теории относительности — идею постоянства скорости света, принцип квантования — идею неразрушимости величины дискретного действия «h», основной принцип генетики—идею сохранения и передачи носителей наследственных признаков— генов, закон стоимости—идею сохранения количества стоимости в акте обмена и т. д.

нов, а в рассмотрении их места в структуре целостной теоретической системы.

С этой точки зрения можно сказать, что теоретическая система складывается из совокупности принципов, понятий и законов, а также следствий, вытекающих из них. Примерно то же самое пишет А. Эйнштейн применительно к физической теории: «Законченная система теоретической физики состоит из понятий, основных принципов, относящихся к этим понятиям, и следствий, выведенных из них путем логической дедукции»[30]. Связь принципов с понятиями здесь весьма важна, и тут нельзя не отдать должного глубине мысли А. Эйнштейна.

Действительно, в структуре теории принципы ее, как уже выше указывалось, выражены в ее узловых понятиях, которые вследствие связи с общими принципами теории обладают определенной логической функцией в процессе построения, создания теории. Выражая *узловые законы,* которым подчиняется предмет, эти понятия выступают в качестве *категорий* данной науки, ибо выполняют благодаря этому определенную логико-методологическую функцию[31].

В категориальной структуре теоретической системы можно выделить три узловых категории: 1) исходную, 2) центральную и 3) завершающую.

Исходная категория теории, как и всеобщий ее принцип, выражает субстанциальное свойство предмета. Она по своей структуре представляет собой *относительно непосредственное* единство противоположностей, «элементар-

---

[30] А.Эйнштейн. Физика и реальность, стр. 62.

[31] Р.Фейнман писал: «если какой-то закон верен, то при его помощи можно открыть другой закон» (Р.Фейнман. Характер физических законов. М., 1968, стр.19). Нужно добавить, что не всякий закон обладает подобной функцией. В примере Р.Фейнмана фигурирует закон тяготения, на это – узловой закон механики.

ную конкретность»[3132]. Благодаря этому из исходной категории теории становится возможным «выведение» более сложных понятий и законов, в свете указанных примеров очевидно, что *содержанием* исходной категории, в которой идея получает свою, так сказать, первую определенность, является субстанция, причем определенная субстанция (для химии – это атомы, для теории элементарных частиц – энергия массы, для динамики – инерция, для политэкономии – труд, для политэкономии капитализма – стоимость, для квантовой теории – квант действия, для философии марксизма – движущаяся материя, или материальная субстанция).

Исходная категория теории является результатом предшествующей теории, но не в полном смысле этого слова. То есть результат предшествующей теории еще не является исходной категорией, пока не достигнет достаточной (всеохватывающей) степени обобщенности, другими словами: пока содержание этого понятия не углубится до понятия субстанции. Субстанция есть «важная ступень в процессе развития человеческого познания природы и материи»[33].

Выше уже приводился пример с открытием М. Планка. Пока он не обобщил понятие кванта энергии до понятия кванта действия, возникновение, рождение квантовой теории было просто невозможным. Пока физиократическая теория брала труд (как источник общественного богатства) лишь в ограниченной форме сельскохозяйственного труда, понятие труда не могло подняться до уровня субстанции богатства, соответственно и об исходной категории научной политической экономии не могло быть и речи.

---

[32] См. Ж.Абдильдин. Проблема начала в теоретическом познании. Алма-Ата, 1967, стр. 196-224.
[33] В.И.Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 142.

Пока понятие материи понималось в механистическом смысле (XVIII век), оно не могло служить *исходной категорией* научной философской теории. Оно не было таковым в материализме XVII-XVIII веков, где в качестве понятия материи фигурировала природа как целое (у Спинозы, несмотря на го, что его «Этика» начинается с понятия субстанции, последняя тождественна природе).

Центральная категория теории в отличие от исходной формируется уже как *специфически принадлежащая данной теории* и, как правило, по-видимости, прямо противоположная исходной, исключающая исходную.

Так, исходной категорией динамики, как уже говорилось, является инерция, условие которой – полное отвлечение от понятия силы, отсутствие последней. Сила есть нарушение состояния инерции. Центральная же категория – тяготение (сила). Она прямо противоположна категории инерции. Если представление об инерции существовало еще в древние времена, а категория инерции явилась абстрактно-теоретическим обобщением этих представлений и опыта, положившим начало теоретическому пониманию движения, то категория тяготения (соответственно закон $\left(F = K\frac{m_1 n_2}{r^3}\right)$ является специфическим достоянием классической динамики.

Центральная категория не может быть непосредственно дедуцирована из исходной. Всякий переход от одной категории к другой, противоположной, предполагает включение («введение») в это движение привходящих, посредствующих звеньев, которые сочетают в себе черты предыдущей и последующей категорий (как противоположностей). 3 данном случае переход от инерции к понятию силы был опосредован вторым и треть им законами динамики. Второй закон динамики $(r = m\,a)$ вводит в явной форме массу, третий – взаимодействие сил $(r = -r)$, в понятии же силы тяготения дан синтез понятий массы и взаимодей-

ствия. Собственно, тяготение есть не просто взаимодействие тел, как в третьем законе, а взаимодействие масс.

В классической термодинамике исходная категория – энергия (соответственно – закон сохранения и превращения энергии), о которой понятия сформировались еще ранее в рамках, динамики в частной форме – в форме кинетической и потенциальной энергии, т. е. механической энергии.

Категория же энтропии–центральная категория классической термодинамики (соответственно ее содержание – второй закон термодинамики). «Подобно тому, как первый основной закон, – пишет М. Лауэ, – вводит функцию состояния – энергию, второй закон в форме, приданной ему Клаузиусом, вводит новую функцию состояния, названную им энтропией. В то время как энергия вполне замкнутой системы остается неизменной, ее энтропия, состоящая из энтропий ее частей, при каждом изменении увеличивается»[34]. Таким образом, первый закон термодинамики, как видим, зиждется на идее сохранения, в то время как второй – на идее изменения энергии частей системы. Если первый закон не исключает обратимости процессов изменения энергии, то второй, наоборот, – основан на необратимости энтропийного процесса[35]. Однако вместе с тем второй закон предполагает первый и внутренне с ним связан. «Факт сосуществования таких двух независимых друг от друга функций состояния, как энергия и энтропия, – пишет в другом месте М.Лауе, – позволяет с помощью математиче-

---

[34] М.Лауэ. История физики. М., 1956, стр. 109.

[35] «Если исходить только из закона сохранения энергии, — пишет Р. Фейнман, — можно считать, что тепловая энергия, например, колебательная энергия молекул, способна служить удобным источником полезной энергии. Но Карно утверждал, что при постоянной температуре тепловую энергию нельзя извлечь из ее источника. (Р. Фейнман, Р.Лейтон,. М. Сэ н д с. Фейнмановские лекции по физике. М., 1967, т. 4, стр. 103).

ского анализа сделать ряд высказываний о термическом поведении тел. Еще более важным оказывается следствие, согласно которому любое равновесие в замкнутой системе должно соответствовать максимуму энтропии»[36].

Хотя М. Лауэ и называет оба начала термодинамики (первый и второй законы) независимыми друг от друга, тем не менее второе начало термодинамики (возрастание энтропии) предполагает первое. Поэтому несмотря на то, что второй закон термодинамики исторически был открыт Карно раньше первого, он тем не менее является вторым- Передача температуры от более теплого тела более холодному утратила бы закономерный, необходимый характер, если бы допустимо было предположение о сотворимости или уничтожимости энергии. Нельзя было бы также объяснить сохранение энергии в некоторых системах без превращения энергии из механической или какой-либо другой формы в тепловую.

Это обстоятельство, с другой стороны, должно объяснить и переход от первого закона ко второму. В идее сохранения энергии заключено понимание теплоты в качестве субстанции (для различных тепловых процессов теплота действительно могла бы иметь значение субстанции[37]). Но эта идея дополняется идеей превращения энергии из одной формы в другую. Поэтому сама термодинамика является лишь одним из разделов более общей теоретической системы, хотя *практически,* по-видимому, закон сохранения и превращения энергии применялся создателями термодинамики преимущественно в одном, ограниченном аспекте – в аспекте сохранения теплового баланса (непосредственно или косвенно связанного с обратными превращениями других видов энергии в тепловую). Во всяком случае, вряд

[36] М.Лауэ. История физики, стр. 110.
[37] См.А.Эйнштейн, Л. Инфельд. Эволюция физики, стр 40.

ли можно сомневаться в том, что закон сохранения и превращения энергии в полном своем значении явился исходной категорией целого ряда частных разделов физики, а не только термодинамики. Поэтому глубоко правильной можно признать оценку М. Лауэ, которую он дает Г. Гельмгольцу в этой связи. «Герман Гельмгольц (1821-1894) был тем человеком, универсальный ум которого смог полностью охватить универсальное значение закона сохранения энергии»[38].

В «Капитале» (и это убедительно показано в литературе по диалектической логике) центральной[39] категорией политической экономии капитализма является категория прибавочной стоимости. В ней раскрывается специфическая сущность предмета исследования. По отношению к исходной категории стоимости центральная категория прибавочной стоимости специфична, но по отношению к остальным, более сложным категориям она является общей и обретает значение также основного принципа теории. Ее содержание также составляет противоречие, но оно отличается от исходного тем, что здесь посредствующие звенья начинают выступать в явной форме. Подобно тому как в законе тяготения посредствующим моментом оказалось понятие массы, а во втором законе термодинамики – принцип Карно, подобно этому и здесь таким посредствующим звеном оказывается рабочая сила как товар.

---

[38] М.Лауэ. История физики, стр. 102. Можно, по-видимому, предположить относительность соотношения категорий теории в зависимости от контекста. С этой точки зрения закон сохранения и превращения энергии может служить центральным законом всей классической физики, в то время как закон тяготения — для классической механики.

[39] См. Ж.Абдильдин, А.Нысанбаев. Диалектико-логические принципы построения теории. Алма-Ата, 1973, гл. третья. Авторы данной работы называют ее основной.

Таким образом, содержание центральной категории более конкретно, ибо включает в себя дополнительные моменты. Вместе с тем оно носитобщий характер и поэтому является основой для объяснения *всех* явлений и фактов данной предметной области.

Факты и опыт чаще всего противоречат исходной и центральной категориям теории, в то время как завершающая категория совпадает в той или иной степени с фактами, явлениями, опытом. Это объясняется тем, что завершающая категория теории раскрывает *форму осуществления* сущности, выражений в центральной категории. Если исходная категория теории выражает субстанциальное единство всей предметной области теории, центральная категория – сущность, то завершающая категория – явление, *необходимую форму проявления сущности.* Сущность здесь выступает поэтому, хоть и в необходимой, по тем не менее в *особенной* форме. Можно со всей уверенностью сказать, что завершающая категория теории имеет своим содержанием (выражает) *явление, действительность* и *возможность,* давая начало исходной категории новой теории. Словом, ее содержание, в отличие от содержания центральной категории, сопоставлено с эмпирическим миром явлений, хотя непосредственной связи тут нет.

Физики поэтому часто говорят о следствиях теории, причисляя к ним и завершающую категорию. Так, например, А. Эйнштейн пишет о «законченной системе теоретической физики» следующее «Законченная система теоретической физики состоит из понятий, основных принципов, относящихся к этим понятиям, и следствий, выведенных из них, путем логической дедукции. Именно эти следствия должны соответствовать отдельным нашим опытам; их логический вывод занимает в теоретическом труде почти

все страницы»[40].

Насколько здесь верно схвачена структура научно-теоретической системы, видно из того, что переход от категории прибавочной стоимости (центральная категория) в «Капитале» к категории прибыли (завершающая категория) был для Маркса чуть ли не самым трудным, ибо представлял собой переход от общей сущности к той особенной форме, в которой она выступает уже на поверхности мира, в эмпирическом мире вещей. Но прибыль – лишь одно из следствий, полученных на базе основного понятия теории – прибавочной стоимости. Наряду с прибылью Маркс вывел из понятия прибавочной стоимости также понятия ренты, процента, торгового капитала, кризисов и т.д. и т.п. Но лишь категория прибыли оказалась завершающей категорией теории Маркса, так как обладает статусом *основного следствия.* Это – основная форма, в которой выступает, проявляется сущность.

Точно также обстоит дело и с понятием энергии в динамике, хотя оно является лишь одним из следствий законов механики. Понятие энергии было сформулировано первоначально для механических систем в связи с понятиями работы и силы *(A = kfs).,* Первоначально именно как одно из следствий динамики понятие энергии не носило обобщенного характера, выступая в форме кинетической и потенциальной энергии тяготения механической системы (кинетическая энергия: $\varepsilon_k = \frac{m\tau^2}{2}$; потенциальная энергия: $\varepsilon_{ph} = mgh,\ \varepsilon_p = \frac{ks^2}{2}$. Закон сохранения энергии был еще известен только как закон сохранения механической энергии: сумма кинетической и потенциальной энергий системы называлась ее *полной механической энергией* ε: $\varepsilon = \varepsilon_k + \varepsilon_p$. Эта завершающая категория является выражением закона

[40] А. Эйнштейн. Физика и реальность, стр. 62.

сохранения энергии механической системы. Или, как пишут авторы учебника физики, «это положение называется законом сохранения механической энергии. Оно является одним из наиболее важных следствий основных законов механики»[41].

Соответствующее обобщение этого закона Джоулем, Майером, Гровом и особенно Г.Гельмгольцем привело к превращению его в исходную категорию энергии в термодинамике, о чем уже была речь выше.

В самой термодинамике завершающей категорией явилось понятие излучения, которое также, как и прибыль, и работа, было вполне эмпирически наблюдаемо. Наряду с различными следствиями, термодинамика в качестве весьма важного, *основного следствия* имела закон излучения.

Само собой разумеется, что энтропия (заключающаяся в том, что тело отдает свою тепловую энергию окружающей среде, теряет ее) должна осуществляться в форме *излучения.* Специфически ограниченной формой последней является гипотеза Нернста (согласно которой для нулевой абсолютной температуры энтропия всякого химически однородного тела не зависит от физического состояния тела и рассматриваемого химического превращения), возникшая на основе принципа Вертело (согласно ему в данной системе, в которой может происходить несколько химических превращений, реально происходит то превращение, которое освобождает наибольшее количество тепла) и дополненная постоянной Планка, входящей в определение энтропии[42]. П.Шамбадаль весьма осторожно формулирует мысль о связи понятия энтропии с законами излучения М. Планка.

---

[41] С.Э.Фриш и А.В.Тиморева. Курс общей физики, т. I, стр. 92.

[42] См. П. Шамбадаль. Развитие и приложения понятия энтропии. М., 1967. стр. 137-139.

Он пишет: «если квантовая теория дает обоснование третьего принципа термодинамики (в форме предложенной Планком), то понятие энтропии в свою очередь сыграло некоторую роль в открытии законов теплового излучения, которые лежат в основе квантовой теории»[43]. И действительно «Планк начал с установления (на основе закона Вина) соотношения между энтропией и энергией резонатора; ему пришлось, впрочем, изменить это соотношение, учитывая экспериментальные данные, согласно которым законы Вина оказывались несправедливыми при высоких значениях T и ν. В конечном счете Планку удалось получить искомое соотношение между $J\lambda$, λ и T, которое находилось в хорошем согласии с опытом. Но, чтобы прийти к этому результату, ему потребовалось не только применять гипотезу о дискретной структуре энергии, но и использовать также соотношение между энтропией и вероятностью, установленное Больцманом. Это соотношение можно было применить к излучению именно на основе предположения .Планка, которое перенесло идею о дискретной атомной структуре вещества в область энергии»[44]. Здесь связь между энтропией и законом излучения Планка опосредована понятием дискретности, но связь с законом Вина весьма очевидна.

М. Лауэ более категорично формулирует связь между понятием энтропии и законом излучения Планка. «В процессе открытия Планком закона излучения понятие энтропии играло важную, можно вполне сказать – решающую роль»[45]. Эта констатация прямой связи – явный результат отвлечения от дополнительных привходящих посредствующих звеньев, внимание к которым у П. Шамбадаля

---

[43] См. П.Шамбадаль. Развитие и приложения понятия энтропии М., 1967, стр. 140.
[44] Там же, стр. 143.
[45] М. Лауэ. История физики, стр. 112.

оказалось сильнее. Как бы то ни было, но переход от одной категории теории к другой без посредствующих звеньев невозможен.

Выдвинутая идея теории всегда по содержанию совпадает с центральной категорией теории. Но никогда не удавалось от нее непосредственно перейти к центральной категории, минуя исходную. Это удавалось лишь в схематической форме. Объяснение эллиптического движения планет было дано Кеплером посредством введения понятия массы. Так начала формироваться идея единства массы и движения как идея взаимодействия, силы. В законе тяготения эта идея содержится уже в конкретной форме, и эллиптическое движение планет выводится как одно из следствий этого закона. В законе всемирного тяготения идея единства массы и движения как содержания механического взаимодействия получает свое *конкретное* выражение.

Получение из идеи следствий теории, минуя исходную и центральную категории, свидетельствует лишь о том, что построение теории осуществляется по *схеме,* которая дана вместе с идеей. Так было и в политэкономии, где прибыль (завершающая категория) еще классиками буржуазной политэкономии рассматривалась как неоплаченный труд, хотя данная характеристика совпадает и с центральной категорией политэкономии капитализма – прибавочной стоимости – при этом в большей степени, если говорить о точности.

Развитие и усовершенствование теории

Развитие теории заключается не в исправлении отдельных ее положений, исходных идей и т. д. (пусть даже под действием опровержений, как полагают К.Поппер и И.Лакатос), и не в отказе от парадигмы (вследствие воз-

никновения аномалии, т. е. осознания учеными того, что природа не укладывается в приготовленную для нее парадигмическую схему, как думает Т. Кун), а в переходе каждый раз к *новой категории* науки. Следует различать *развитие* и *усовершенствование* теории. Последнее осуществляется путем введения понятий, объясняющих новые Факты, уточняющих прежние законы и понятия теории, даже ее категории. Одно из самых частых явлений в науке – это введение поправок в теорию под воздействием новых фактов, явлений, не подтверждающих то или иное следствие теории.

В современной логике наиболее популярными концепциями развития науки являются концепция Т. Куна, с одной стороны, и И. Лакатоса, – с другой. Первый считает, что условием «нормализованной науки» является наличие парадигмы, которая представляет собой нечто вроде *модели* интерпретации *круга* явлений, с которыми ученым в данное время приходится иметь дело. Парадигма представляет собой совокупность способов постановки проблем, методологических средств их решения, стандартных методик разработки отдельных принципов и т. д. Строго однозначного объяснения того, что имеется в виду под парадигмой, Т. Кун не дает, М. Мастерман насчитала около 20 значений термина парадигма у Т.Куна[46]. Переход от одной парадигмы к другой означает революцию в науке, пишет он в своей нашумевшей книге «Структура научных революций» (1962). На более точном языке Ф.Энгельса суть дела была выражена так: теоретическое мышление каждой эпохи есть исторический продукт, принимающий в различные времена различное содержание и форму[47]. Это – та основа, на базе

---

[46] См. М. Г. Ярошевский. Структура научной деятельности. «Вопросы философии», 1974, № II стр. 102.
[47] См. К. Маркс и Ф Энгельс. Соч., т. 20. стр. 366-367.

которой строятся не одна, а целый веер теорий, отрицающих друг друга, конкурирующих друг с другом, а чаще всего, как выясняется вскоре, дополняющих друг друга и т.д. И гот факт, что парадигма возникает в рамке отдельных теорий, а критерием ее наличия выступает принятие ее «членами научного сообщества», хотя, с другой стороны, само «научное сообщество» состоит из людей, разделяющих парадигму»[48],–этот факт объясним только на основе приведенного положения Ф.Энгельса.

Т. Кун видит круг, получающийся из его вышеприведенного объяснения происхождения парадигмы. Но он пытается разорвать этот круг ссылкой на то, что научное сообществе может быть выделено эмпирически с помощью техники, разработанной социологами. Но ни один социолог не имеет критериев отбора, которые позволили бы выявить ученых, придерживающихся одинаковых способов решения вопросов, «головоломок»[49]. Выявление подобных критериев отбора возможно лишь на пути изучения процесса *исторического развития* научно-теоретического познания. А историзм научный возможен лишь в том случае, если выявлены познавательные формы, в которых закрепляется и «накапливается» сама способность научно-теоретического мышления. Эти формы – *категории* как основ-

---

[48] «...Под парадигмами я подразумеваю, — пишет Т. Кун, — признанные всеми научные достижения, которые в течение определенного времени дают модель постановки проблем и их решений научному сообществу». (Т. Кун. Структура научных революций. Изд-во «Прогресс», 1975, стр. 10—11). «Конкуренция между различными группами научного сообщества является единственным историческим процессом, который эффективно приводит к отрицанию некоторой ранее общепринятой теории или к признанию другой». (Там же, стр. 24) См. также стр. 59, 40 и др.

[49] «Социология знания, — писал И. Лакатос часто успешно используется для прикрытия неграмотности». (Цит. по М. Г. Ярошевскому Ук. статья, стр. 104).

ные, узловые понятия теории, синтезирующие накопленный научный материал (факты, эмпирические понятия, законы). Для способа теоретического мышления эпохи – это философские категории, характеризующие ступени развития теоретического мышления человечества, для той или иной науки и теории – соответствующие категории этой науки или этой теории. И. здесь я полностью согласен со следующим положением статьи М.Г.Ярошевского. «Логику развития науки как большой системы целесообразно описывать, по нашему мнению, в терминах «категориальных сеток» (а не парадигм или исследовательских программ). Философские категории охватывают всю действительность и организуют работу человеческого мышления в любых его проявлениях. Вместе с тем в каждой науке имеются свои наиболее общие понятия, отражающие наиболее устойчивое (инвариантное) в исследуемой ею реальности»[50].

Между тем и другим существует структурное совпадение: категориальный строй мышления эпохи обусловливает категориальный строй науки, теории. Отсюда – *кумулятивный характер* в развитии самих теорий, науки, который отрицается Т. Куном[51]. Как справедливо отмечает В. М. Легостаев, «отрицание кумулятивного характера развития науки является... самым уязвимым местом концепции Т. Куна»[52]. Понимание категориальной структуры научной теории включает в себя идею связи в развитии науки, идею *перерастания,* например, завершающей категории теории в

---

[50] М. Г. Ярошевский. Ук. статья, стр. 105

[51] «Переход от парадигмы в кризисный период к новой парадигме, – пишет Кун, – от которой может родиться новая традиция нормальной науки, представляет собой процесс далеко не кумулятивный и не такой, который мог бы быть осуществлен посредством более четкой разработки или расширения старой парадигмы».

[52] В. М. Легостаев. Философская интерпретация развития науки Томаса Куна. «Вопросы философии», 1972, № 11, стр. 133.

исходную категорию последующей теории, в то время как понятие парадигмы содержит в себе лишь идею стандартизации мышления на том или ином этапе развития науки без объяснения внутренних причин, логико-гносеологических основ такой стандартизации.

Надо сказать, что концепция Т. Куна весьма непоследовательна. Его реакция против традиционного в лоне буржуазной логики науки предрассудка, будто теория развивается лишь на базе обобщения накопленных фактов и должна объяснять все новые факты, весьма уместна. Нормальная наука, считает он, направляя свои возражения против неопозитивизма и К.Поппера, всегда стремилась и должна стремиться к достижению наилучшего соответствия между теорией и фактами. Это стремление легко может быть истолковано как попытка проверки, то есть поиск подтверждения или фальсификации. На самом деле цель нормализованной науки заключается в решении головоломки, причем уже сама предпосылка, что требуемое решение существует, опирается на убеждение в обоснованности парадигмы[53].

Фактически в этих рассуждениях заключено справедливое признание относительной независимости, самостоятельности теоретических проблем в развитии науки по отношению к ее эмпирическому базису. Эта весьма сложная, противоречивая, или, как сегодня принято говорить, нетривиальная связь теории с эмпирической основой самими естествоиспытателями отмечается давно. Так, А. Эйнштейн писал: «Не существует никакого индуктивного метода, который мог бы вести к фундаментальным понятиям физики. Не зная этого обстоятельства, многие исследователи XIX в. стали жертвами серьезной философской ошибки. Очевидно по этой причине молекулярная теория и теория

[53] См. Т. Кун. Структура научных революций, стр. 65, 77 и др.

Максвелла могли утвердиться только в сравнительно позднее время. Логическое мышление по необходимости дедуктивное, оно основано на гипотетических представлениях и аксиомах...»[54] И далее он замечает, что с другой стороны, «наиболее удовлетворительное положение безусловно достигается в том случае, когда новые фундаментальные гипотезы навеяны самим экспериментом. Составляющая основу термодинамики гипотеза о невозможности вечного движения представляет пример фундаментальной гипотезы, навеянной экспериментом; это же верно для принципа инерции Галилея. К этой же категории относятся, между прочим, фундаментальные гипотезы теории относительности, которая привела к развитию и неожиданному расширению теории поля и замене основ классической механики»[55].

Таким образом, происхождение новых фундаментальных понятий (категорий теории) можно объяснить лишь на основе единства относительно самостоятельного развития собственно теоретических понятий и проблем (непрерывный аспект) и эмпирически-фактической основы познания (дискретный аспект) Парадигма Т. Куна весьма бедна и не охватывает *обеих сторон* развития теории в их единстве. Отсутствие кумулятивного аспекта (непрерывности) в развитии науки оставляет висеть в воздухе само происхождение «головоломок», теоретических проблем. Парадигма не объясняет их происхождения, какими бы объяснениями ни *дополняли* концепцию, построенную на ее основе. Лишь понятие *категории науки,* теории снимает ограниченность понятия *парадигмы,* включая в себя одновременно и момент *теоретической проблемы, и* момент *идеи* теории *как гипотезы* и схемы, и момент преемствен-

[54] А. Эйнштейн. Физика и реальность, стр. 47.
[55] А. Эйнштейн. Физика и реальность, стр. 47.

ности теорий, и момент *нормы, стандарта,* определяющего способ и направление сообщества исследователей, и, наконец, момент *синтеза эмпирического многообразия фактов.* Причем все эти моменты даны в их единстве уже в исходной категории теории, и это единство их становится конкретнее по мере перехода к последующим категориям теории. Принцип инерции при решении проблем классической механики всегда служил *нормой,* соблюдение которой помогало связывать между собой различные виды механического движения (не только прямолинейного и равномерного). То же относится и к категории тяготения, а также, как правильно пишет М.Г.Ярошевский[56], к категории рефлекса в нейрофизиологии и т.д.

Исследовательская программа И. Лакатоса как логическая единица знания представляет собой некую логическую структуру, состоящую из «твердого ядра», которое провизорно, временно «принимается за неопровержимое, и позитивной эвристики, определяющей проблему и конструируемый пояс вспомогательных гипотез. Программа остается прогрессивной, поскольку ее теоретическое развитие способно предсказывать с известным успехом новые факты. Она переходит в состояние стагнации, когда ее теоретическая разработка начинает плестись за новым эмпирическим материалом и когда она по этой причине вынуждена изобретать post hoc объяснения для фактов, антиципированных и открытых соперничающей программой»[57].

Следует заметить, что если в XIX веке больше разрабатывались общие законы развития науки в абстрактной форме, то в XX веке сильна тенденция их конкретизации, раскрытия внешних проявлений, особенных форм действия этих общих законов. «Исследовательская программа», как и

---

[56] См. М.Г.Ярошевский. Ук. статья, стр. 106.
[57] М.Г.Ярошевский. Ук. статья, стр. 102.

парадигма Т. Куна, является одним из вариантов внешней формы действия общих законов развития науки. Но внешняя сторона дела, хоть и делает очевидной, наглядной некоторые закономерности развития науки и в этом смысле необходима для изучения, тем не менее она односторонняя, точнее, является проявлением отдельных элементов внутренней структуры процесса в их разобщенности. Поэтому у И.Лакатоса «исследовательская программа» состоит из «твердого ядра» (эквивалентом которого может быть категория теории) и как бы *наряду* с ним «позитивной эвристики», определяющей проблему и конструирующей круг вспомогательных гипотез, хотя в сущности центральная категория заключает в себе теоретическую проблему в той или иной степени ее реализации.

Картина, из которой вырисовываются две программы: прогрессивная и вырождающаяся, на наш взгляд, применима или к еще не сформировавшейся науке (учение Птоломея, например), или к эмпирической теории (корпускулярная или волновая теория света). На этой стадии действительно мышление держится за определенную конструкцию, дополняя ее различными поправками и уточнениями, призванными объяснять противоречащие случаи, факты, опыт. Именно под тяжестью поправок рухнула система Птоломея и вследствие противоречащего случая (явления дифракции и интерференции света) волновая теория света пришла в свое время на смену корпускулярной.

Но вряд ли дело тут только в отношении теории к новым фактам, когда речь идет о развитии теоретической системы. Эксперимент, новый факт может подсказать гипотезу, идею, но происхождение и формирование последней и соответственно новой категории не является результатом «конфликта» между теорией и новым фактом. Этот конфликт может решаться и в рамках прежней теоретической

системы. Разрешение многих таких «конфликтов» не приводило к отказу от прежних теоретических систем и «исследовательских программ». Часто оно вело к уточнению отдельных понятий теории, даже к возникновению новых понятий, играющих роль посредствующих звеньев, но вовсе не к падению системы, иногда даже и не к ее развитию, а лишь к усовершенствованию. Так, категория химического элемента, введенная Бойлем в XVII веке, была уточнена количественно Лавуазье в XVIII веке. Однако о новом уровне развития химии речь пошла лишь в начале XIX века с введением категории атома Дальтоном, полученной как следствие из закона кратных отношений (а не из фактов непосредственно). По существу категория атома явилась дальнейшим развитием категории элемента, ибо атом есть уже *мера элемента.* Рождение теории множеств вряд ли явилось результатом противоречия между фактом и теорией. Оно началось с введения. Кантором в математику понятия категории множества, подобно тому, как и геометрия Лобачевского, родилось на базе нового понимания параллельности, неевклидовой геометрии обретшего статус категории (понятие же параллельности в эвклидовой геометрии было односторонне-частным определением) Категория бесконечного множества содержала в себе внутреннее противоречие (но не формально-логическое), заключающееся в том, что «два множества, из которых одно является частью или составной частью другого, имеют совершенно одинаковое количественное число»[58]. Г. Вейль отмечает, что до теории множеств фундаментальное отношение целого и части... «не находило себе места в математике...! Разумеется, и множество обладает частями. Но в царстве «обладающего частями» оно выделяется обладанием «элементов» в смысле теории множеств, т. е. частей,

[58] Сб. «Новые идеи в математике». СПб., 1914, стр. 92.

которые сами не имеют уже более частей»[59]. Г. Кантор разрешает противоречие между целым и частью в категории бесконечного множества, введя посредствующее понятие эквивалентности. «При внимательном исследовании, – пишет он, – отсюда получается, что два множества имеют тогда – и лишь тогда – одно и то же количественное число, когда они – как я выражаюсь – эквивалентны друг другу»[3260]. Важную роль в развитии положений теории множеств сыграло введение понятия мощности, с помощью которого удалось сопоставлять друг с другом множества, связанные между собой идеей взаимооднозначного соответствия.

Введение Ньютоном категории (соответственно закона) тяготения означало огромный скачок в развитии механики, создание первой в истории естествознания теоретической системы. Однако она усовершенствовалась, даже несмотря на свою завершенность. М. Льоцци пишет об этом следующее: «Хотя принципов Ньютона достаточно для решения любой задачи, в процессе развития механики оказалось удобным ввести частные законы (сохранения движения центра тяжести, количества движения, момента количества движения, живой силы и т. д.) для более удобного рассмотрения некоторых классов задач»[61].

Эти уточнения общих принципов теоретической системы призваны были обслуживать «рассмотрение некоторых классов задач». Но развитие теории непосредственно от этого не зависит. Так, А. Эйнштейн в 1905 г. «чисто математическим путем» вывел из зависимости массы от скорости следствие об эквивалентности кинетической энергии масс, а в 1907 г. получил соответствующую формулу $\boldsymbol{E = mc^2}$

---

[59] Г. Вейль. О философии математики. М., 193 стр. 126-127.
[60] Сб. «Новые идея в математике», стр. 92.
[61] Марио Льоцци. История физики. М., 1970, стр. 154

(где ***E*** – энергия, ***m*** – масса, а ***c*** – скорость света). Никаких фактов в то время: не было известно. Но категория массы-энергии (или точнее: энергии массы) являлась новой и притом завершающей категорией (основное следствие) специальной теории относительности[62]. Лишь значительно позже пришло одно из первых соответствий новым фактам, и оно было трагическим. Это был взрыв в Хиросиме.

***

Рассмотренные выше узловые моменты теоретической системы научного знания не исчерпывают всех вопросов развития научного познания. Диалектическая логика не рассматривает специально эмпирические методы познания сами по себе (это – задача логики науки), а лишь в связи с теоретическим мышлением. Она рассматривает формы мышления в единстве с их необходимым, внутренне им присущим содержанием. Это возможно лишь при исследовании структуры теоретического мышления. Категории теории как раз представляют собой те формы мышления, которые всегда находятся в необходимой связи с определенным общим содержанием, каковым являются субстанциальная связь, сущность, диалектическое противоречие, явление, действительность и т.д. и т. п. В отличие от чувственных данных, которые всегда случайны, такое содержание необходимо присуще любому теоретическому мышлению, в какой бы области научного познания око ни осуществлялось. Диалектическая логика и изучает эту необходимую связь форм мышления, категорий с содержанием теоретического мышления, и нет такой другой науки, которая бы имела эту связь своим предметом.

---

[62] Впоследствии она явилась источником для создания основ элементарных частиц.

М. Д. АХУНДОВ, Р. Р. АБДУЛЛАЕВ

РОЛЬ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ К СИСТЕМАМ АБСТРАГИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПОЗНАНИЯ

Одним из важнейших и необходимых элементов процесса познания является абстрагирование. Как подчеркивал В. И. Ленин, «Мы не можем представить, выразить, смерить, изобразить движения, не прервав непрерывного, не упростив, угрубив, не разделив, не омертвив живого. Изображение движения мыслью есть всегда огрубление, омертвление, – и не только мыслью, но и ощущением, и не только движения, но и всякого понятия»[1]. Процесс познавательного абстрагирования в каждом конкретном случае протекает в определенных «гносеологических границах»: мы стремимся оставаться в одной и той же предметной области и в одном понятийном поле, мы требуем непротиворечивости используемых формализмов, релятивистской инвариантности физических теорий, руководствуемся регулятивными принципами и т. д. Подобные требования определяют в каждом конкретном исследовании некую специфическую систему (или системы) абстрагирования. Последняя имеет широкий спектр проявлений, начиная от сенсорного аппарата познающего субъекта и кончая системами референций высокоразвитой науки, такими как системы отсчета, экспериментальные установки, аксиоматики, теории, парадигмы и т. д. В самом общем виде можно представить систему абстрагирования как некое пространство, в котором мы локализуем исследуемый объект. Здесь мы исходим из обычного понимания пространства, как множества M, в которое внесена определенная организация *A*. Подобным образом определенное пространство (M, A)

[1] В.И.Ленин. Полн. собр .соч., т. 29, стр. 233.

может выступать как евклидовое пространство классической физики, как некая аксиоматика, как система отсчета, как экспериментальная установка и т.д., – во всех этих случаях мы имеем дело с разнообразными множествами элементов, на которых реализуются различные организации. Объединяющим признаком для этого разнородного множества пространств является то, что они суть системы абстрагирования.

На ранних этапах познания человек пользовался одной единственной системой абстрагирования – собой! В основе познающего абстрагирования человек использовал комплекс своих чувств, мышления, наглядных представлений и мистических предрассудков, очевидных истин здравого смысла и т. д. Однако в дальнейшем происходит вычленение из этого конгломерата двух основных систем абстрагирования; уже у элеатов и атомистов мы встречаем стройную двухуровневую гносеологию: учение о чувственном познании (мир мнений) и об умопостигаемой сущности бытия. С этого момента мы можем прослеживать эволюцию систем абстрагирования на фоне развития эмпирического и теоретического познания. Так, например, первая ступень эмпирического познания восходит к античности, когда отсутствие каких-либо приборов определяло совпадение эмпирического и чувственного познания. На этой ступени эмпирического (чувственного) познания была вскрыта первая относительность к системам абстрагирования. В частности было вскрыто, что вкусовые субстанции оказываются относительными к воспринимающему субъекту: мед одним кажется сладким, а другим – горьким. Что же касается инвариантной сущности меда, то она признавалась умопостигаемой, что и характеризует

двухуровневую гносеологию атомистов[2].

Таким образом, уже в античности встала проблема соответствия и взаимосвязи объекта исследования и системы абстрагирования. Прошли тысячелетия, но поднятые в древней Греции проблемы взаимосвязи объекта и субъекта познания не утеряли актуальности. И сегодня нам приходится учитывать, что «в способе видения, отношении к ситуации выявляется и сам субъект, а не только то, к чему он относится как к объекту»[3].

Следует, однако, учитывать, что нет четко обособленных чувственных отображений реальности, в которых не присутствовали бы элементы рационального мышления. Отделить чувственное и рациональное возможно лишь в весьма упрощенной картине, ибо наши чувства непосредственно в самой своей практике стали теоретиками и в этом коренное отличие человека от остальных представителей животного мира. Орел видит значительно дальше, чем человек, но последний замечает в вещах намного больше, чем орел, ибо к «нашему глазу присоединяются не только еще и другие чувства, но и деятельность нашего мышления»[4]. Следует учитывать, как пишет С.Л.Рубенштейн, что «чувственное содержание образа становится носителем смыслового содержания»[5]. На этом уровне рассмотрения мы сталкиваемся с определенной относительностью: один и тот же наглядный образ может выступать носителем раз-

---

[2] Эти представления нашли плодотворное развитие в учении Платона о вещах и идеях (См., напр., Платон. Соч., т. 2. М., 1970, стр. 411). Как подчеркивает А. Ф. Лосев, «Идея, по Платону, вовсе не оторвана от вещи, но является основанием осмысленного существования вещи и ее структуры» (См. «Философская энциклопедия», т. 4 .М., 1967, стр. 265).

[3] С.Л.Рубенштейн. Человек и мир. «Вопросы философии», 1969, № 8, стр. 137.

[4] К. Маркс и Ф.Энгельс. Соч., т. 20, стр. 554.

[5] С.Л.Рубенштейн. Бытие и сознание. М., 1957, стр. 88.

личного смыслового содержания. В этом смысле интересен тест Роршаха: один испытуемый увидит в нем просто кляксу, другой – крабовидную туманность, а третий – амебу. Здесь системой абстрагирования выступает жизненная и профессиональная установка испытуемого. Образ реального объекта, вообще говоря, обрастает весьма обширным полем возможных ассоциативных понятий. Эта специфика смысловой относительности, как нам кажется, созвучна представлению о пространстве возможностей, которое рассматривает У.Р.Эшби и которое плодотворно работает в теории организации. Пространство возможностей содержит в себе больше, чем существует в реальном физическом мире, – оно представляет неопределенность, с которой сталкивается наблюдатель. Изменение наблюдателя ведет к изменению и пространства возможностей. Для двух наблюдателей могут предстать два различных пространства возможностей, в которых они могут отметить одно и то же подмножество действительных событий в реальных объектах. Подобное представление дает возможность Эшби рассматривать наличие организации как существование ограничений в пространстве возможностей. Отсюда следует, что «существенная часть теории организации касается свойств, которые не являются внутренне присущими реальным объектам, а зависят от отношения между наблюдателями и объектами»[6].

В связи с вышеизложенным, нам бы хотелось отметить здесь и наличие определенной лингвистической относительности (гипотеза Сепира-Уорфа). В этой гипотезе выдвигается предположение, что характер мышления, его понятийная система определяются спецификой языка, на

[6] У.Р.Эшби. Принципы самоорганизации. "Принципы самоорганизации», М,, 1966, стр. 317.

котором выражаются мысли[7]. В современной науке, в частности, выяснено, что строй языка самым тесным образом связан с глубинными психическими процессами. О степени подобной лингвистической относительности можно судить по тому факту, что, согласно некоторым данным, иероглифическое письмо вовлекает в работу несколько иные зоны коры головного мозга и в иной взаимосвязи, чем письмо фонетическое[8] Подобный лингвистический релятивизм обусловлен тем фактом, что жизнь различных народов протекала и протекает в различных бытовых, географических, культурных, социально-политических и т. д. условиях. Это определяет весьма распространенную ситуацию при переводе с одного языка на другой – отсутствие лингвистических эквивалентов. Поэтому можно вполне согласиться с В.В.Налимовым: «имея дело с естественными языками, лучше говорить не о переводе с одного языка на другой, а об интерпретации на одном из языков того, что было ранее высказано на другом»[9]. Представители же общей семантики, вообще считают, что язык далек от того, чтобы просто быть «выражением мыслей», на самом деле он определяет характер реальности[10]. Мы не будем вдаваться в чрезмерные претензии общих семантиков, а лишь отметим, что подобное положение имеет определенный резон. Подобно тому, как в современной физике нам пришлось развить представление о физической реальности, которая предстает неким срезом объективного мира, полученным с помощью физических теорий и экспериментальных установок (т. е. в рамках

---

[7] См. Б.Уорф. Отношение норм поведения и мышления к языку. «Новое в лингвистике», вып. I М., 1960.

[8] См. А.Р.Лурия. Очерки психофизиологии письма. , 1950.

[9] Р.В.Налимов. Вероятностная модель языка. М., 1974, стр. 159.

[10] См. S. J. Hayakawa. semantics. Genera Semantics and Related Disciplines. „Language. Meaningand Maturity". New York, 1 4, p. 2d

определенной системы абстрагирования), подобно этому мы можем говорить и о некой лингвистической, языковой реальности. В физике, вообще говоря, мы оперируем различными физическими реальностями. Например, физическая реальность, которая формируется в контексте классической физики, существенно отлична от физической реальности, формирующейся в рамках квантовой механики. Естественно, следует помнить, что эти физические реальности есть лишь различные срезы объективной реальности. Они выступают в органической взаимосвязи – теории, описывающие их, связаны принципом соответствия. Более того, весьма актуальной является и проблема перевода, которая выступает в форме э. «прической верификации,– результаты опыта выражаются на языке наблюдений, в понятийной сетке классической физики, структура отношений которой является гносеологически универсальной. Определенная физическая теория описывает некоторую физическую реальность, и границы применимости этой теории определяют границы соответствующей физической реальности. Подобная ситуация характерна и для языковой реальности. В этом смысле можно понять известное положение Витгенштейна: «Границы моего языка означают границы моего мира»[11].

Лингвистическая относительность функционирует не только на уровне этнолингвистики, но имеет определенное проявление и в сфере языка науки. Здесь можно указать концепцию Куайна о том, что язык, употребляемый исследователем, обязывает его к использованию соответствующей онтологии, концепцию Карнапа об относительности к языковым каркасам, представление Г. Цопфа об относительности к способам описания, о дополнительности контекстов и т. д. Например, Г. Цопф считает, что наше

[11] Л.Витгенштейн. Логико-философский трактат. М., 1958, п. 5,6.

допущение, будто мы знаем критерии достоверности, привело нас к заблуждению. Это заблуждение носит весьма симптоматичное название – заблуждение единственной системы отсчета. Понятие аналитичности подразумевает уверенность в существовании единственного способа описания, универсального контекста. Существенными ингредиентами этой доктрины являются понятия независимости и разделимости – объекты рассматриваются независимыми и взаимоизолированными, как они представляются наблюдателю в окружающем его макромире. На этих представлениях и была развита методология классической физики. Развитие классического естествознания как раз и протекало в лоне поисков такой системы отсчета, такого способа описания, в котором допускается независимое изменение элементов, в современном естествознании было вскрыто, что разделимость очень часто есть вопрос контекста. И здесь встает вопрос: «Что же делать, если мы не можем найти или еще не нашли соответствующего контекста?» В этом случае можно использовать различные паллиативы. В частности, можно предположить, что отсутствуют некоторые «малые» параметры и воспользоваться аппроксимациями. Тогда, пренебрегая некоторыми факторами или связями, мы можем оставшуюся часть представить разделимой. То есть, мы иначе разбиваем мир на части и строим новую систему, в которой и возможна разделимость. «Каждая из подобных недостаточных моделей верна лишь в рамках ограниченного контекста[12]. Л

[12] Мы, например, не можем в одном контексте дать полностью аналитическое задание координаты и импульса в квантовой механике, – в едином описании точность их измерения принципиально ограничена соотношениями неопределенностей Гейзенберга, что характеризует ячеистость фазового пространства и отрицает бесконечную делимость, свойственную концепции классической аналитичности. Однако в соответствующих контекстах, в соответствующих экспериментальных

Цопф предполагает, «что процесс мышления включает отыскание такого языка общения с миром, который является аналитическим только в рамках ограниченного контекста. Наша задача состоит не в том, чтобы найти контекст, в рамках которого организм может сделать мир доступным пониманию, а скорее в том, чтобы установить каким образом он делает мир доступным пониманию при наличии потока контекстов?»[13]. Организм, в данном подходе рассматривается как прибор, который все время блуждает среди контекстов и который может составить такое понятие о мире, которое не справедливо ни в одном из этих контекстов, а оказывается разумным лишь в нескольких из них, взятых последовательно или параллельно.

Подобные представления весьма созвучны гносеологическим и методологическим концепциям современного естествознания (квантовая физика, теоретическая биология, теория резонанса в химии и т.д.). Однако в своей основе эта проблематика восходит к экспериментальному естествознанию XVIII века, которое через использование приборов вышло в область «сверхчувственного», в область внутренних, скрытых отношений у связей явлений. Специфика естествознания XVIII века находит свое отражение в философии Канта, в частности, в его диалектических антиномиях, в которых оба противоположных высказывания оказываются одинаково истинными. Именно в рамках подобной антиномичности и выступают внутренние, чувственно не воспринимаемые отношения явлений, которые характеризуются тем, что их стороны неотделимы друг от друга. (Кантовские антиномии не смогли дать ответа на вопрос о специфике связи этих внутренних противоречи-

---

установках значение любой из этих сопряженных величин может быть получено с принципиально неограниченной точностью.

[13] Г.Цопф. Отношение и контекст. «Принципы самоорганизации», М., 1966, стр. 09.

вых сторон явлений. Но и то, что в них был поставлен этот вопрос, является огромным достижением. Гегель считал, что решение подобных антиномий необходимо искать на пути опосредствования противоположностей, т.е. в структуре противоречий обязательно должен присутствовать некий «третий член», который выступает как нечто конкретное.

На этой основе развита диалектико-материалистическая концепция построения теоретических понятий как синтеза противоположных эмпирических понятий[14]. Теоретическое понятие имеет своим содержанием отношение, связь, синтез противоположных определений. Так образуются исходные теоретические понятия, из которых, в свою очередь, строятся теоретические понятия более высокого порядка. Блестящее применение подобного построения научного знания на базе метода восхождения от абстрактного к конкретному продемонстрировал К.Маркс. Так, из опыта эмпирически мы получаем противоположные понятия потребительной и меновой стоимости. Связь между ними остается внешней и случайной до тех пор, пока теоретическое мышление не опосредствует эту связь через понятие овеществленного труда. Именно понятие товара и является тем теоретическим понятием, той «элементарной конкретностью», на основе которой была построена теория прибавочной стоимости.

На этом уровне мы оперируем теоретическим анализом, сущность которого «заключается в сведении многообразных сторон предмета к их внутреннему единству, общему отношению, к внутренней основе предмета и рассмотрению этой основы в «чистом», незатемненном побочными об-

---

[14] В. И. Ленин писал: «Совпадение понятий с «синтезом», суммой, сводкой эмпирии, ощущений, чувств *несомненно* для философов *всех* направлений» (В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 257).

стоятельствами, случайностями виде»[15]. Как видим, теоретическая аналитичность весьма отлична от эмпирической аналитичности взаимоизоляции и разделимости, которая привела к идее универсального описания и абсолютной системы отсчета. Теоретический анализ, на наш взгляд, может оказаться очень полезным в поисках ответа на вопрос Цопфа о том, каким образом мир делается доступным познающему субъекту при наличии потока контекстов.

В связи с вышеизложенным имеет смысл обратиться к анализу интересующей нас проблемы в рамках использования приборов, что характеризует определенную ступень эмпирического познания, которая связана с выходом чувственного по знания за естественные границы возможностей органов чувств Создание приборов сделало возможным наблюдение за чувственно невоспринимаемыми объектами и процессами. Микроскоп и телескоп распахнули перед познающим субъектом недоступные для невооруженного глаза глубины микро- и мега- мира. Здесь также функционируют вышеразобранные типы относительности и определенная дополнительность контекстов, однако, мы можем выделить и нечто специфическое, что связано с использованием систем абстрагирования различной разрешающей способности. Здесь мы сталкиваемся со специфической формой относительности к системам абстрагирования, которая основывается на различной их чувствительности. Можно привести следующий пример: то, что для прибора с малой чувствительностью представляется непрерывным, предстает как дискретное многообразие при использовании прибора с большей разрешающей способностью.

Таким образом, мы можем говорить об относительности к системам абстрагирования с одинаковой разрешающей

[15] З. М.Оруджев. Диалектика как система. М., 1973, стр. 275.

способностью, – здесь мы сталкиваемся с «горизонтальной» дополнительностью разнообразных «проекций» объекта, с дополнительностью разнообразных контекстов в рамках одного языка и т.д., которые в своей специфической взаимосвязи позволяют конструировать объект исследования в некой теоретической целостности как единство многообразия, – это дополнительность в вамках одного уровня организ; щи. Подобная дополнительность может выступать в самых разнообразных формах, с некоторыми из которых мы встретимся в дальнейшем анализе.

С другой стороны, мы можем говорить и об относительности к системам абстрагирования с различной разрешающей способностью, которая может вывести нас за рамки одного уровня организации, – здесь мы сталкиваемся с «вертикальной» дополнительностью, с дополнительностью межуровневой, с дополнительностью языковых и метаязыковых понятий и г. д.[16] В подобном подходе мы конструируем исследуемый объект как систему во взаимодействии структуры и ее элементов, приходим к представле-

---

[16] Интересно отметить, что Вейцзеккер для анализа понятия «дополнительность» вводит представление о «понятийной ступени». Два понятия находятся на одной понятийной ступени, если они принадлежат одной и той же относительно замкнутой физической теории. Это дает возможность Вейцзеккеру рассматривать два типа дополнительности: параллельная дополнительность понятий одной и той же понятийной ступени (частица — волна) и циркулярная дополнительность понятий различных понятийных ступеней определение понятия — «го непосредственное употребление. См. G. F. Weizacker. Complementaritat und Logik. „Naturwissenschaften", 1955, Bd. 42. № 19).

Представление о межуровневой дополнительности еще раньше рассматривал. Л. Розенфельд. Cm. L.Rosenfe d. Strife Mout Complementarity. „Sdence Progress. 1953. vol. 163. p. 398)

Против подобной дополнительности выступают некоторые исследователи. Так, М. Бунге считает, что «отношение дополнительности немыслимо между понятиями или системами понятий, относящимся к различным уровням» (М. Бунге. Причинность. М., 1962, стр. 436).

нию об определенной иерархии, развиваем представление об объекте как взаимодействии дополнительных полюсов аксиоматической и экспериментальных истин и т.д. Конкретные формы подобной межуровневой дополнительности зависят от специфики систем абстрагирования и изучаемого объекта. Однако нам представляется, что четкое разграничение вышеописанных двух видов относительности к системам абстрагирования является делом далеко не простым. В связи с этим рассмотрим специфичность идей релятивизма в современной физике, ибо именно в этой науке концепции относительности и дополнительности получили наиболее продуктивное развитие. Так, в теории относительности А. Эйнштейна была вскрыта существенная взаимосвязь объекта физического познания и систем абстрагирования, условий познания. Было доказано очень важное положение о том, что поведение исследуемого объекта описывается совершенно различным образом различными наблюдателями, которые двигаются относительно друг друга, т. е. мы сталкиваемся с потоком контекстов, которые выписываются в различных системах отсчета. Эйнштейну удалось развить стройную теорию, в которой органично были объединены принцип относительности (законы природы не зависят от состояния движения системы отсчета, по край ней мере, если она не ускорена) и закон распространения света. Однако для этого ему пришлось преодолеть «заблуждение единственной системы отсчета», которое было свойственно классической механике, с ее абсолютными пространством и временем, с абсолютной одновременностью и т.д. Эйнштейн[17] указывает, что ему пришлось ревизовать две ничем не оправдываемые гипотезы классической механики:

1. Промежуток времени между двумя событиями не

[17] А. Эйнштейн. Собрание научных трудов, т. I 1965, стр. 545

зависит от состояния движения тела отсчета.

2. Расстояние между двумя точками твердого тела не зависит от состояния движения тела отсчета.

Из ревизии этих двух гипотез выросло совершенно новое учение о пространстве и времени. В частности стало ясным, что всякое тело отсчета имеет свое собственное время Указание времени имеет смысл лишь тогда, когда указывается тело отсчета, к которому оно относится. «Общее понятие относительности, – подчеркивает Н. Бор, – выражает существенную зависимость всякого явления от системы отсчета, которой пользуются для его локализации в пространстве и времени»[18].

Согласно релятивистской методологии мы можем выделить различные степени физической относительности, за которыми стоят соответствующие системы абстрагирования или условия познания: 1) под условиями познания можно понимать абсолютное пространство или некую привилегированную среду (эфир) как уникальную систему отсчета: 2) под условиями по знания мы можем понимать класс инерциальных систем (здесь мы уже сталкиваемся с процессом «размножения» систем абстрагирования) ; 3) под условиями познания мы можем понимать «моллюски отсчета», которые суть инерциальные системы отсчета, подверженные воздействию гравитирующих масс. В соответствии с этими тремя степенями физической относительности мы имеем и три фундаментальные физические теории:, классическая механика с ее универсальным описанием поведения физических объектов, специальная теория относительности, для которой характерна определенная дополнительность описаний и, наконец, общая теория относительности, в которой, ситуация обобщается на неинерциальные системы отсчета..Здесь же следует отметить

[18] Н. Бор. Избранные научные труды, т. 2. М., 1973, стр. 114-115.

дополнительность описаний, которая возникает в релятивистских теориях. Поведение физического объекта, его траектория зависят от системы отсчета, в рамках которой протекает исследование. Например, рассмотрим траекторию объекта, который падает вертикально вниз в равномерно движущемся вагоне поезда. Его траектория будет прямой относительно вагона, параболой – относительно полотна железной дороги, а относительно центра солнечной системы объект вычертит весьма замысловатую кривую. Каждая из этих траекторий является несомненно реальной, но совместить их в рамках одной системы отсчета невозможно, они зафиксированы в различных дополнительных контекстах.

С другой модификацией относительности к системам абстрагирования мы сталкиваемся в квантовой механике. Здесь системой абстрагирования является экспериментальная установка. Следует учитывать, что в структуре квантовой механики присутствуют два ингредиента: классический и квантовый. Дело в том, как справедливо пишут Л.Д.Ландау и Е. М.Лифшиц[19], что для системы из одних только квантовых объектов, которые лишены каких-либо динамических характеристик, вообще нельзя было бы построить никакой логически замкнутой механики. Возможность количественного описания движения электрона требует наличия также и физических объектов, которые с достаточной точностью подчиняются классической механике (экспериментальная установка, прибор). Таким образом, получается известный парадокс: во-первых, квантовая механика «превзошла» механику классическую, показала ее принципиальную ограниченность, во-вторых, квантовая механика является экспериментально верифицируемой теорией, а, в-третьих, описание эмпирического материала

[19] Л.Д.Ландау и Е.М.Лифшиц. Квантовая механика. М., 1963, стр. 15

существенно покоится на применении классических понятий и возможно лишь на классическом языке наблюдений[20].

В классической физике измерительные приборы и объекты исследования описываются в рамках одних и тех же закономерностей. В квантовой физике подобного совпадения описаний нет, что, в частности, определяет принципиальное ограничение, налагаемое на совместное пространственно-временное и импульсно-энергетическое описание состояния системы. Здесь необходимо учитывать неизбежное возмущение квантовой системы в процессе измерения. В квантовой механике было вскрыто наличие принципиального ограничения точности: при измерениях на малых расстояниях параметров микрообъектов, которые обладают энергией порядка той, которая вносится в процессе измерения, что связано с волновой природой используемых сигналов. Подобная специфика экспериментов с квантовыми объектами обусловливает наличие двух дополняющих друг друга экспериментальных установок. Первый класс экспериментальных установок предназначен для регистрации микрообъекта в некоторой ограниченной

---

[20] Следует учитывать, что в современной физике мы столкнулись с существенно новым видом эмпирического познания — это определяется, во-первых использованием экспериментальных установок (система абстрагирования) и, во-вторых, спецификой неклассических объектов исследования. Уже использование таких приборов, как микроскоп, телескоп и т. д., вывело нас в сверхчувственный мир. Однако этот класс приборов лишь обострил наши чувства, нам стали доступны классические объекты, расположенные за пределами разрешающей способности нашего сенсорного аппарата. Иная ситуация в современной физике, где прибор выступает посредником между исследователем и неклассическим объектом исследования, — мы принципиально не можем непосредственно увидеть объекты микромира, мы лишь фиксируем с помощью приборов их макроскопические «отклики» (отклонение стрелки прибора, треки в пузырьковой камере и т.д.), по которым пытаемся воссоздать их теоретический образ.

пространственно-временной области и требует использования фиксированных мае штабов и синхронизированных часов в качестве системы отсчета. Подобная установка, естественно, не может быть использована для определения передаваемых микрообъекту энергии и импульса, которые оказываются неконтролируемыми. Другой тип экспериментальной установки контролирует импульсно-энергетический обмен, пригоден для проверки законов сохранения энергии и импульса, но принципиально непригоден для описания упорядоченности квантовых событий в пространстве и времени. М.А.Марков по этому поводу пишет: «Как различные траектории одной и той же частицы, параболу и прямую нельзя понимать сосуществующими в данной системе координат, так и точные понятия импульса и координаты классической частицы в применении к микрочастице нельзя представить сосуществующими в данном опыте. И это объективно»[21]. Любое повышение точности определения пространственно-временной локализации квантового объекта сопряжено с повышением неточности в его импульсно-энергетическом определении. Неточности измеряемых физических параметров образуют простые соотношения неопределенностей: чем больше неопределенность координаты Δx, тем меньше неопределенность значения импульса частицы Δp – они связаны между собой, опосредствованы квантом действия $\Delta x \cdot \Delta p \ h$. Идентичные соотношения имеют место для времени и энергии $\Delta E \, \Delta t \geq h$, оно отражает тот факт, что неопределенность энергии ΔE тем больше, чем меньше время пребывания частицы в данном состоянии, ее время жизни Δt .

В подобной картине становится не совсем корректным сам классический образ частицы, она теряет свою локали-

[21] М.А.Марков. О природе физического знания. «Вопросы философии», 1947, № 2, р. 150.

зованную индивидуальность и выступает в некой размытости, волновой размазанности. Подобная специфика микрообъектов была вскрыта уже в соотношениях $\Delta E = h\nu$ и $p = h/\lambda$. В этих соотношениях связываются воедино две взаимоисключающие, противоречащие друг другу характеристики излучения, которые тем не менее обе являются необходимыми для объяснения и описания явлений. Квант действия опосредствует, связывает энергию фотона и частоту волны, что характеризует связь, двух взаимоисключающих способов описание излучения. Розенфельд справедливо отмечает, что в данном случае мы сталкиваемся с весьма простой математикой и вопрос заключается в том, что же означают эти простые уравнения, в которых сочетаются взаимоисключающие понятия. «То, с чем мы здесь сталкиваемся, – подчеркивает он, – на самом деле есть логическая задача: как нужно поступить в том случае, когда мы встречаемся с такой ситуацией, при которой мы должны использовать два представления, взаимоисключающие друг друга, но оба необходимые для полного описания явления?»[22]. В поисках ответа на подобные вопросы и была развита Нильсом Бором концепция дополнительности. В квантовой физике данные об атомных объектах, полученные при помощи разных экспериментальных установок, находятся в своеобразном дополнительном отношении друг к другу. Подобные данные, хотя и кажутся противоречащими друг другу при попытке скомбинировать их в единой картине, тем не менее, исчерпывают все, что мы можем узнать о предмете. «Отнюдь не ограничивая наши стремления задавать природе вопросы в форме экспериментов, понятие дополнительности просто характеризует возможные ответы, получаемые в результате такого исследо-

[22] Л.Розенфелд. Основания квантовой теории и дополнительность. «Новые проблемы физики», 1965, № 11, стр. 41.

вания в том случае, когда взаимодействие между измерительным прибором и объектом составляет нераздельную часть явления»[23]. Причем, Вейцзеккер[24] справедливо отмечает, что в отличие от позитивизма (или по крайней мере наиболее наивных из его разновидностей), по Нильсу Бору, чувственные данные не есть элементарные сущности, а то, что он называл явлениями (феноменами), определено только в полном контексте, называемом обычно реальностью. Контекст может быть описан концепциями, выполняющими роль определенных условий или предпосылок классической физики. Бор обычно имел в виду два таких условия: пространственно-временное описание и причинность, которые сосуществуют только в модели событий, предполагаемой классической физикой. Открытие кванта действия привело к разрыву между ними, что, в свою очередь, вызвало необходимость в установлении принципа дополнительности описаний.

В подобной дополнительности квантового описания сразу рушится целый ряд классических абстракций, порожденных «заблуждением единственной системы отсчета»: независимость физических процессов от способов наблюдения, принципиальная возможность наблюдать все аспекты физических процессов и т. д. Учет кванта действия Планка показал, что существуют некоторые аспекты мик-

---

[23] Н.Бор. Ук. соч., т. 2, стр. 530. Бор с ранней юности интересовался проблемой языковой двусмысленности, проблемой однозначного сообщения и т д., что характеризует диалектическую направленность его мышления. Основные положения дополнительности, которые смутно вырисовывались Бору в анализе психологических переживаний и в языковой двусмысленности, оказались центром коллизий современной физики, симптоматично, что они были четко сформулированы именно Нильсом Бором, в мышлении которого счастливо соединились гений физика и гибкость диалектика.

[24] См. G.F. von Weizsacker. The Copenhagen Interpretation. “Quantum Theory and Beyond”. Cambridge. 1971. p. 56.

роявления, которые классически не совместимы, приходится разносить их по разным контекстам. Это дало возможность В.А.Фоку[25] развить интересную концепцию относительности к средствам наблюдения, в которой обобщается известное понятие относительности к системе отсчета, эта концепция является частным проявлением общего гносеологического принципа относительности к системам абстрагирования. Здесь мы сталкиваемся с эмпирическими системами абстрагирования, которые и находят свое высшее проявление в экспериментальных установках современного естествознания.

Микрообъекты квантовой физики являются неким диалектическим единством прерывности и непрерывности, что проявляется в идее корпускулярно-волнового дуализма[26]. Их познание возможно в двух дополнительных экспериментальных установках: в одной проявляется способность микрообъекта к локализации и вообще проявляются его корпускулярные свойства, а в другой – способность к интерференции и вообще проявляются его волновые свойства. Экспериментальные установки, являясь макрообъектами, по самой своей природе способны фиксировать лишь классические проявления неклассических объектов. Лишенная наглядности цельность микрообъекта разрывается в экспериментальном абстрагировании. В квантовой физике

---

[25] См. В.А.Фок. Квантовая физика и строение материи. Л., 1965 стр.

[26] Нам представляется интересной и продуктивной аналогия, которую проводит М. Э. Омельяновский (см. М.Э.Омельяновский. Диалектика в современной физике. М., 1973, стр. 115) между апориями Зенона и корпускулярно-волновым дуализмом. В обеих случаях мы сталкиваемся с фундаментальной диалектикой прерывности и непрерывности. Здесь же хочется о метить представление Л. Б. Баженова (См "Логика и методология науки». М., 1973, стр. 46), который справедливо считает, что проблема осмысления корпускулярно-волнового дуализма в общефилософском плане совершенно аналогична задаче осмысления «дуализма любых парных категорий».

это неизбежное огрубление и оклассичевание в экспериментальном абстрагировании как раз и пытаются компенсировать в идее дополнительности, которая дает возможность создать портрет микрообъекта с помощью макроскопических мазков [27].

В квантовой физике с наибольшей четкостью была вскрыта органичная взаимосвязь концепций относительности и дополнительности. «При всех различиях в ситуациях, – писал Н. Бор, – характерных для применений понятий относительности и дополнительности, эти ситуации представляют в гносеологическом отношении значительное сходство. В самом деле, в обоих случаях мы имеем дело с исследованием закономерностей, которые не могут быть охвачены наглядными представлениями, пригодными для отображения физических фактов в более ограниченной области. Решающим является, однако, то обстоятельство, что ни в одном из этих случаев расширение рамок наших понятий не предполагает какой-либо ссылки на наблюдающий субъект (эта ссылка была бы препятствием для однозначной передачи опытных фактов)»[28]. Причем Бор последовательно во многих своих работах развивал идею о применимости подобной методологии в самых различных областях знания. В общефилософском аспекте он считал

---

[27] Проблема синтеза является довольно актуальной в современной науке. Например, мы пытаемся провести синтез микрочастицы из макроскопических элементов (Бор), синтез надежных организмов из ненадежных элементов (фон Нейман) и т. д. Во всех подобных случаях мы с неизбежностью сталкиваемся с проблемой опосредствования, с проблемой организации. И совершенно справедливо отмечает Г. Саймон, что с ненадежностью можно справиться только путем правильной организации этих элементов (см. Г. Саймон. Науки об искусственном. М., 1972, стр. 29). Аналогично и в нашем случае — сущность микрообъекта можно выявить лишь на пути правильной организации макроскопических элементов, которые мы получаем в процессе эксперимента.

[28] Н. Бор. Ук. соч., т. 2, стр. 532.

знаменательным, что в отношении анализа и синтеза в других областях знания мы встречаемся с ситуациями, аналогичными ситуации в квантовой физике. В этой связи он ссылался на дополнительность в биологических, психологических науках, при анализе человеческих культур и т.д.[29]. На этом пути исследователь сталкивается со многими трудностями. Так, передача опытных фактов в этих обширных областях знания требует богатого словаря. Однако в результате терминологической путаницы, вследствие того, что словам часто придается различный смысл, цель подобного рода сопоставлений часто понималась превратно. «Но постепенное развитие терминологии, – отмечает Бор, – пригодной для описания более простой ситуации в области физики, показывает, что мы имеем здесь дело не с более или менее туманными аналогиями, а с отчетливыми примерами логических связей, которые в различных контекстах встречаются в более широких областях знания»[30]. Подобный подход представляется весьма перспективным. В его основе, как нам кажется, лежит представление об относительности к системам абстрагирования, которая выступает как методологический принцип науки и является весьма эффективным элементом в процессе восхождения от абстрактного к конкретному в познании. В каждом конкретном исследовании мы имеем дело с определенными системами абстрагирования, относительность к которым выдает нам набор дополнительных контекстов, неполных моделей, предельных структур и т. д. Синтез этих дополнительных сторон и дает нам целостную, инвариантную конкретность исследуемого объекта. Этот подход является

---

[29] Например, в биологии мы сталкиваемся с дополнительностью сопряженных структурных и функциональных представлений, которые лежат в основе взаимоисключающих контекстов, единство которых дает нам целостное знание объекта биологического исследования.
[30] Н.Бор. Ук. соч., т. 2, стр. 532.

весьма характерным для современной науки. Например, в современной химии развита теория резонанса, в которой основное состояние молекулы задается как суперпозиция дополнительных предельных структур. Именно это явление и называется резонансом. Можно позаимствовать подобное представление о резонансе для характеристики процесса синтеза дополнительных аспектов или моделей, с которыми сталкиваются исследователи при построении теоретической конкретности объекта. В подобном подходе приобретает огромное значение выяснение критериев опосредствования дополнительных аспектов, которые весьма специфичны для различных наук и теорий, а их исследование является задачей, специального познания.

Ф. М. ЭФЕНДИЕВ

ПРОЦЕССЫ ОБОБЩЕНИЯ В РАЗВИТИИ ЗНАНИЙ

К важнейшей общей закономерности развития современного познания относится возрастание роли и значения в структуре современного знания абстрактно-обобщенных понятий и представлений. Эти абстрактно-обобщенные понятия и представления характеризуются высокой степенью отвлечения и независимости от конкретной физической природы материальных объектов и систем, весьма опосредованным образом связаны с «непосредственно данным» в физическом опыте, преобразуют внутреннюю структуру самих теоретических систем в физике.

История развития современной физики говорит о том, что ее принципиально новые идеи для своего выражения требуют обобщенных форм. Другими словами, мы предполагаем, что в развитии представлений об элементарности в физике также действует та общая теоретико познавательная закономерность,, основу которой составляет принцип соответствия. «Гибкость мышления состоит не в голом отбрасывании предшествующего знания (именуемого в таком случае «догмами») и готовности признать за истину только последний единичный эксперимент, а в его способности к широчайшему обобщению раскрывающихся закономерностей объективного мира, обобщению, которое охватывает и опыт предшествующий, и опыт новый,, который в своем смелом продвижении вперед не отбрасывает приобретенное человечеством знание, а поднимается на его фундаменте»[1]. Исследование этой закономерности с позиций диалектического материализма существенно продви-

[1] С. Суворов. Макс Борн и его Философские взгляды. В кн. М.Борна «Физика в жизни моего поколения» М., 1963, стр. 496

нулось, благодаря работам И. В. Кузнецова[2]. Делая упор на момент обобщения, мы, тем самым, ориентируемся на раскрытие природы и характера новых идей. Непреходящие моменты старых представлений входят в новое знание. Развивая эту мысль, А. Эйнштейн пишет: «Создание новой теории не похоже на разрушение старого амбара и возведение на его месте небоскреба. Это скорее похоже на восхождение в гору, которое открывает новые широкие виды, показывающие неожиданные связи между нашей отправной точкой и ее богатым окружением»[3].

Одной из важнейших закономерностей развития фундаментальных представлений и понятий науки являются процессы их обобщения как логическое средство увеличения мощности «старого» понятия. Процессы обобщения выступают как метод разработки и теоретического выражения нового знания. Новые теоретические системы в наше время рождаются не на пустом месте: их разработка становится возможной благодаря уже достигнутому уровню знаний. «Лучший удел физической теории состоит в том, – отмечал А. Эйнштейн, – чтобы указывать путь сознания новой, более общей теории, в рамках которой она сама остается предельным случаем»[4]. Процессы обобщения являются той формой движения познания, которая позволяет схватить и выразить новое содержание на базе диалектического отрицания предшествующей ступени в развитии знаний. Такая особенность процессов обобщения хорошо

---

[2] См. И. В. Кузнецов. Принцип соответствия в современной физике- и его философское значение. М., 1948; его же. Преемственность, единство и минимизация знания — фундаментальные черты научного методы. В кн. «Материалистическая диалектика и методы естественных наук». М., 1968 стр. 322-366.

[3] А. Эйнштейн, Л.Инфельд. Эволюция физики. А.Эйнштейн. Собр. науч. трудов, т. IV. М., 1967, стр. 452.

[4] А. Эйнштейн. Собр. науч. трудов, т. I, М., 1965, стр. 568

видна на примере становления ведущих теорий современной физики – теории относительности и квантовой механики: по своему содержанию они представляют фундаментальные обобщения в физическом учении о строении и движении материи. Но особо наглядно природа процессов обобщения прослеживается на примере развития основных понятий математики – понятий числа и функции. К новым представлениям о числах (отрицательные, иррациональные, комплексные) приходили путем процессов обобщения, когда сталкивались с задачами, неразрешимыми в рамках существовавших ранее представлений о числе.

Анализ существа процессов обобщения показывает, что «обобщенные формы (понятий, законов, теорий) опираются на более широкую сферу действительности. Содержание предшествующего уровня знания включается в новые обобщенные формы как предельный или частный случай и одновременно достигается более глубокое его понимание. Вырабатываемые в процессах обобщения новые математические формы выражения знаний являются более [бстрактными и характеризуются более опосредованной связью с опытом, с непосредственным данным.

«Обобщение понятий, – отметил А. Эйнштейн, – процесс, часто применяемый в науке. Метод обобщения не определен однозначно, ибо обычно существует множество путей его осуществления. Однако при всяком обобщении должно быть строго удовлетворено одно требование: любое обобщенное понятие должно сводиться к первоначальному, когда выполнены первоначальные условия»[5].

Как метод получения и выражения нового знания обобщение является движущей силой научного прогресса. Наука рассматривается в ее развитии, устоявшиеся схемы лишаются универсальности, процесс познания рассматри-

[5] А. Эйнштейн. Собр. науч трудов, т. IV, стр. 370.

вается как процесс последовательного и закономерного движения к абсолютной истине.

Развитие теоретических представлений включает в себя гипотетичность, опирается на дедукцию и индукцию, анализ и синтез, интуицию и т.д. Соответственно этому процессы обобщения как форма развития познания глубоко диалектичны по своей природе.

Как отметил Б. М. Кедров, «...обобщение здесь достигается не путем простого сопоставления признаков у отдельных предметов, что характерно для чисто индуктивного обобщения, а путем анализа сущности изучаемых предметов и явлений, ибо их общность как раз и определяется наличием внутреннего единства их многообразия, а основу этого их единства составляет их сущность, их законы»[6].

Так, поясняя сказанное, Б. М. Кедров далее говорит: «Понятие материи в его ленинском определении представляет собой замечательный образец *диалектического обобщения,* при котором **В** берется не абстрактно, как оторванное и обособленное от **О** и **Е** (что имеет место в случае формального понятия «материи как таковой»), а конкретно, в его единстве с **О** и **Е**, как обогащенное всем содержанием **О** и **Е**»[7].

Процессы обобщения происходят в ходе разрешения определенных противоречий, возникших при исследованиях некоторой области действительности. При этом весьма существенно, что в ходе процессов обобщения разрешаются определенные внутритеоретические противоречия. «Противоречия,– говоря словами Д.П.Горского, – в науках возникают не только вследствие несоответствия

---

[6] Б. М. Кедров. Обобщение как логическая операция. «Вопросы философиих, 1965, № 12, стр. 48.

[7] Там же, стр. 49 (В —всеобщее; О —особенное; Е — единичное).

существующей теории вновь открываемым фактам, но и вследствие того (как, например, в математических науках), что исходные ее положения (допущения, абстракции, исходные понятия) оказываются неправомерными, требующими уточнения, углубления, а подчас и замены их новыми абстракциями, предложениями, понятиями»[8].

Противоречие есть определяющая основа движения содержания понятий, оно обязательно возникает между следующими друг за другом этапами развития. Накопление противоречия в содержании знания – наиболее важный и решающий фактор развития понятий. Но главное заключается в том, что старые понятия или накопленное знание не механически переносится в новую область, а выступает в качестве отправного пункта для теоретического раскрытия и отображения более глубокой сущности. В качестве момента, в котором выражается реальное состояние новой сущности только в предельном случае, содержание старого понятия есть «объективный переход к новому». Новое подвергается оценке с позиций предшествующего знания. Оно, должно логически согласоваться со старым содержанием, а вместе с тем противоречить ему. Это обстоятельство есть выражение скачка, прерыва непрерывности, как действенной формы выхода за пределы старых теоретических представлений. К сказанному можно добавить, что объективным источником образования и развития понятий, становления более общих их представлений выступает реальный мир, материальной основой – общественно-историческая практика людей.

Господство обобщенных идей и методов в современной науке общепризнано. Современное научное мышление не есть что-то случайное, временное, а есть определенный

---

[8] Д.П.Горский. «Вопросы абстракции и образования понятий». М,, 1961, стр. 5-6.

специфический этап в развитии человеческого познания. Обобщенные понятия позволяют взглянуть с новой точки зрения, позволяют обнаружить новые подходы, раскрывают новые связи и отношения. Обобщение фундаментальных понятий сводится не к простому их переносу в новую область или теорию, этот перенос осуществляется в длительном процессе поиска и выдвижения новых гипотез и их экспериментальной проверки. «Образование любого общего понятия о свойствах или связях предметов действительности необходимым образом включает процесс обобщения – процесс перехода от единичного к общему, от менее общего к более общему. Поэтому как в процессе усвоения понятий, овладения предшествующим опытом человечества, так и в ходе поступательного развития науки мы всегда пользуемся обобщением. Процесс обобщения наряду с процессами абстракции, анализа, синтеза и т.п. является одним из важнейших средств познания окружающей нас действительности»[9]. На путях процессов обобщения происходит проникновение науки в структурные закономерности материи. В этой связи и приобретает важное значение анализ процесса становления фундаментальных понятий и их связи с разработкой понятий рассматриваемой теории. Можно отметить, что наиболее привлекательная область исследований в физике всегда связывается как со структурой материи, так и с выяснением законов взаимодействия, составляющих ее элементарных сущностей. История развития познания показывает различные формы становления фундаментальных представлений и соответственно – процесс обобщения принимает различные формы. «При историко-диалектическом рассмотрении обобщения понятий, т.е. при рассмотрении про-

[9] Д.П.Горский. Проблемы общей методологии наук и диалектической логики, М., 1966. стр. 289.

цесса обобщения в ходе развития науки, – отмечает Д. П. Горский,–обнаруживается, что последний может совершаться не в результате отвлечения от каких-то свойств и замены конкретных по содержанию свойств и предложений на переменные, а в результате введения в науку новых характеристик (например, вектора) и включения их в содержание соответствующих понятий»[10]. Так, например, переход от понятия скорости прямолинейного движения к понятию скорости произвольного движения на деле есть обобщение, достигающее благодаря введению в механику нового представления – понятия вектора, который раньше просто совпадал с линией движения.

Обобщение – одна из самых характерных черт абстрактного мышления. Развитие познания опирается на постижение общего в материальных процессах, через которое выражается сущность и законы этих процессов. В. И. Ленин отмечал: «Познание есть *процесс* погружения (ума) в неорганическую природу ради подчинения ее власти субъекта и обобщения (познания общего в ее явлениях)...» Даже самое простое обобщение, по словам В. И. Ленина, означает познание человеком все более и более глубокой объективной связи мира[11]. Важность диалектического обобщения в развитии науки отмечал в предисловии ко второму изданию «Анти-Дюринга» Ф.Энгельс[12]. Взаимоотношение между последовательными «соседними» уровнями знаний, существо перехода с одного уровня на другой, более общий, были рассмотрены и развиты К. Марксом и получили свое выражение в принципе восхождения от абстрактного к конкретному. Этот принцип (имеющий всеобщее значение) был разработан К.Марксом при анализе

[10] Д.П.Горский. Вопросы абстракций и образование понятий, стр. 318.
[11] В.И.Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 176, 161.
[12] К.Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 14.

развития политической экономии[13].

Развитие познания не есть только разработка весьма специфических понятий. Развитие частных знаний дополняется развитием общих знаний, существование которых как бы связывает новые стороны действительности со старыми. Вместе с тем устанавливается обобщенный язык, на котором можно говорить о новом положении дел. Процесс обобщения понятий есть процесс самостоятельного теоретического анализа, к. которому можно прийти исследуя отдельное. Познание восходит к общему, которое существует и проявляется в отдельном. Обобщенные понятия, имея широкий диапазон действий, связывают различные области и создают возможность их взаимодействия, позволяют взглянуть с новой более широкой точки зрения на прежние области исследования, позволяют обнаружить новые подходы, раскрывают новые связи и отношения.

Обобщение есть движение к новым результатам, оно удерживает мысль от простого фантазирования и бесплодного умозрения, логически обосновывает путь к новым представлениям, теориям, составляет скачок в движении мысли, прерывает прежние узкие, ограниченные представления. Конечно, каждый конкретный процесс обобщения нельзя указать однозначно и изобразить в виде некоторой схемы. Процессы: обобщения очень сложны и в полном объеме не формализуемы. Нет универсального критерия их и однозначного определения. Не существует и однообразных правил, следуя которым можно было бы делать правильные выводы или обобщения. В этом процессе решающую роль играет интуиция, умение, рассудительность, способность к образному мышлению.

Появление новых фактов есть начало движения, создающего новую теорию. Так, по М. Планку, «первый повод к

---

[13] К.Маркс и Ф.Энгельс. Соч., т. 12, стр 726, 727.

пересмотру или изменению какой-нибудь физической теории почти всегда вызывается установлением одного или нескольких фактов, которые не укладываются в рамки прежней теории. Факт является той архимедовой точкой опоры, при помощи которой сдвигаются с места даже самые солидные теории. Поэтому для настоящего теоретика ничто не может быть интереснее, чем такой факт, который находится в прямом противоречии с общепризнанной теорией: ведь здесь, собственно, начинается его работа»[14]. Можно отметить, что здесь и выдвигается на первый план способность ученого к выдвижению определенных гипотез, позволяющих преодолеть, отойти от старых установленных схем, показать новые пути в развитии научного мышления. Этот процесс, наряду с демонстрацией строгих логических выводов, опирается на способность к образному мышлению, интуицию и т. п. Подчеркивая это, Луи де Бройль пишет: «Воображение, позволяющее нам представить себе сразу часть физического мира в виде наглядной картины, выявляющей некоторые ее детали, интуиция, неожиданно раскрывающая нам в каком-то внутреннем прозрении, не имеющем ничего общего с тяжеловесным силлогизмом, глубины реальности, являются возможными, органически присущими человеческому уму; они играли и повседневно играют существенную роль в создании науки»[15].

Обобщение – это необходимое условие становления новых знаний, и здесь нет проторенных путей. «Великие открытия, скачки научной мысли вперед создаются индукцией, рискованным, но истинно творческим методом. Новые эры в науке всегда начинались с изменений, вносимых в представления и постулаты, ранее служившие основой

---

[14] М.Планк. Единство физической картины мира. Сб. статей, М., 1966, стр. 73.
[15] Луи де Бройль. По тропам науки. М., 1962, стр. 293-294.

для дедуктивного рассуждения»[16]. В иной формулировке с точки зрения законов взаимосвязи нового со старым обобщение есть выражение принципа соответствия и в развитии научных знаний характеризует преемственность. Любое понятие и более широко – теория не отбрасываются с развитием науки, а обобщаются, сохраняя свое значение в той области явлений, для которой она была построена. Противоречивость старой теории и полученных фактов в новой системе выступают в качестве взаимодополнения различных сторон. Увеличенный диапазон понятий дает возможность учитывать те стороны объективной реальности, от которых могла абстрагироваться старая теория, возможность прорваться к тем явлениям, которые не подвергались анализу в рамках старой теории. Такая преемственность осознается и создателями новой теории. В связи с этим интересны слова А. Эйнштейна: «Прости меня, Ньютон; ты нашел единственный путь, возможный в твое время для человека величайшей научной творческой способности и силы мысли. Понятия, созданные тобой, и сейчас еще остаются ведущими в нашем физическом мышлении, хотя мы теперь и знаем, что если мы будем стремиться к более глубокому пониманию взаимосвязей, то мы должны будем заменить эти понятия другими, стоящими дальше от сферы непосредственного опыта» [17].

Важнейшее значение приобретает анализ логической структуры процессов обобщения. «Под *обобщением* в логике мы понимаем любой процесс образования общего понятия, или раскрытия общего, существующего в отдельном, и всеобщего **В**, существующего в особенном **О** и единичном **Е**. Соответственно этому логическую операцию, с помощью которой достигается такой результат, мы и

[16] Там же, стр. 178.
[17] А. Эйнштейн. Собр. науч. трудов, т. IV, стр. 270.

будем называть операцией. *обобщения»*[18]. По Энгельсу, процесс познания есть восхождение **Е** к **О** и **О** к **В,** – мы мысленно извлекаем **Е** из его единичности и возвышаем до особенности, а затем извлекаем **О** из его особенности и возвышаем его до всеобщности. Этот процесс был проанализирован Ф. Энгельсом на истории открытия закона сохранения и превращения энергии.

«Уже простейшее обобщение в процессе логического мышления, оперирующего «готовыми» понятиями, связанное, например, с переходом от понятия «квадрат» к понятию «четырехугольник», сопровождается отвлечением, абстрагированием таких свойств квадрата, как «быть прямоугольной фигурой», «быть равносторонней фигурой»[19]. В результате абстрагирования свойств, характерных для первоначальных представлений, мы получаем возможность выделить общие свойства (например, для квадрата и четырехугольника) «быть четырехугольной фигурой», «быть четырехсторонней фигурой». Характеризуя логическую природу процессов обобщения, Д. П. Горский показывает следующие виды обобщения:

1) обобщение посредством перехода от конкретных по содержанию свойств и предложений к логическим переменным;

2) обобщение посредством введения новых характеристик, правил, операций, законов;

3) обобщение посредством анализа смысла некоторых выражений, возникающих в ходе развития науки;

4) обобщение как перенесение закономерностей, действительных для одной предметной области на иные предметные области;

---

[18] Б. М. Кедров. Обобщение как логическая операция. «Вопросы, философии», 1965, № 12, стр. 46.

[19] Д.П.Горский. Вопросы абстракции и образование понятий, стр. 314.

б) обобщение посредством индукции.

6) обобщение за счет объединения двух или нескольких различных законов в один более общий закон.

Важность процесса обобщения в истории науки отмечалась неоднократно. Например, Стенли Джевонс, подчеркивая в своем трактате роль обобщения в развитии науки, пишет: «Всякое умозаключение в сущности имеет общий характер и всякая наука предполагает обобщение. Такое воззрение существовало уже при самом рождении философии; «ни одна наука не занимается индивидуумами, а только общностями»,– таково было учение Платона, сообщаемое Порфирием. И Аристотель держался подобного же мнения: «ни одно искусство не занимается частными случаями; потому что частности бесконечны и не могут быть познаны» (Риторика Аристотеля, кн. 1, 2. II.). Кто придерживается того учения, что возможно умозаключение от частностей к частностям, тот вероятно не имеет самых элементарных понятий о том, что составляет науку и умозаключение»[20]. Или в другом месте он же пишет: «Главное, что мы должны стараться приобрести.. осторожность и осмотрительность при принятии заключений... Баден Пауэль прекрасно описал это естественное пристрастие к поспешным умозаключениям... Умение обобщать точно и философски требует большой осторожности и долгого упражнения, и оно не вполне приобретается особенно относительно общих взглядов, даже некоторыми из тех, которые имеют полное право считать себя весьма тщательными научными наблюдателями в более ограниченной сфере. Это умственная привычка, которая приобретает громадную и сконцентрированную силу вследствие созерцания обширных аналогий (The Unity of Worhls and of Nature, 2 ed. p. 116)»... Лаплас говорит, что из всех откры-

[20] Стенли Джевонс. Основы науки. Спб., 1881, стр. 555.

вателей, наиболее содействовавших прогрессу человеческого знания, Ньютон и Лагранж обладали в высшей степени счастливым тактом отличать общие принципы среди множества затемняющих их предметов, и он считал этот такт настоящим характеристическим признаком научного гения (Юнг. Workls, V. II p-, 564)»[21].

Анализу процессов обобщения уделяется значительное внимание в современной литературе. Например, А. Поликаров в статье «О методологии решения научных проблем» пишет: «Здесь нас в первую очередь интересует вопрос о возможности рационального, научного (не просто эмпирического, не в качестве «искусства») обобщения опыта общего подхода к решению научных проблем. Для этой цели следует абстрагироваться от конкретного содержания проблем и рассматривать их только с точки зрения их общей структуры»[22]. Об обобщении в плане «эксперимент – модель – гипотеза – теория» пишет Г. Герц в статье «Проблема диалектики в теории элементарных частиц»[23]. Герц заявляет о том, что значением всяких эвристических моделей является создание обобщающей их теории. Использование оболочечной или капельной модели ядра, по мнению автора, позволяет применить уже развитые теории в исследованной области, что и ведет к новым представлениям.

Для анализа процессов обобщения важнейшее значение приобретает трактовка природы общих понятий науки: выражают ли они определенный аспект материального бытия или же представляют собой только некоторые вспомогательные средства для упорядочивания некоторой первичной информации, которая и выражает непосред-

---

[21] Стенли Джерон. Ук. соч., стр. 582—584.

[22] А.Поликаров. О методологии решения научных проблем, (НРБ). В кн.. «Диалектика и современное естествознание». М., 1970, стр. 70.

[23] Там же, стр. 192-209.

ственную реальность.

Наука начинает свое развитие путем установления и накопления фактов. Но факты голые, не исчезнувшие, или иначе не снятые в обобщениях и не доведенные до закона, до принципа, до всеобщности, остаются только «сырыми» фактами. Нет познания без обобщения, и процесс обобщения нельзя отделять или противопоставлять процессу познания. «Различные виды обобщения,... всегда вплетены в живую ткань процесса человеческого мышления»[24]. Одной из причин непонимания сути обобщения как всеобщего принципа является неумение видеть обобщение в движении познания, довести до развития в движении мысли. При этом имеются в виду не просто задачи обнаружения наличия признаков и элементов обобщения в разработке новых представлений, а анализ процесса становления нового знания по законам развития. Фундаментальные понятия добываются путем постепенного и вначале недостаточно обоснованного обобщения. Поэтому первым условием реформы науки является усовершенствование методов обобщения, образования общих понятий.

В нашу задачу не входит подробный анализ и обоснование процессов обобщения[25]. Для нас важно подчеркнуть, что вне процессов обобщения просто невозможно понять саму историю развития фундаментальных представлений, понятий и теорий естествознания. Об этом уже говорит анализ становления и развития первой логической относительно замкнутой естественнонаучной теории классической механики. Ее весьма длительное развитие – начиная от работ Галилея и Ньютона и до работ Якоби, Лапласа и Гамильтона – характеризовалось разработкой все более

---

[24] Д.П.Горский. Вопросы абстракции и образования понятий, стр. 315.

[25] Одним из сравнительно недавних исследований этой проблемы явилась докторская диссертация В. В. Давыдова «Виды обобщения в обучении». М., 1970.

обобщенных форм выражения законов механического движения, основывающейся на все более глубоком проникновении в его сущности. Переход от классической физики к современной выразился в разработке более общих теоретических систем – теории относительности и квантовой теории. Современные исследования внутренних: свойств элементарных частиц основываются на теоретико-групповых обобщениях в учении о структуре материальных частиц[26]. Аналогичным образом и развитие эволюционной теории и генной теории в биологии предстают перед нами как выработка более обобщенных представлений о строении и эволюции живых систем.

Анализ развития естественнонаучных представлений показывает также, что современные процессы обобщения характеризуются все большим учетом аспекта движения, развития соответствующих материальных объектов исследования. Первоначальное познание какой-либо области действительности практически всегда начинается с выявления ее статического аспекта, на базе чего совершается затем проникновение в ее динамику. Именно таким путем шло познание механических, электрических, атомных и других физических явлений. Развитие математических дисциплин также вначале носит достаточно статический характер – такая картина наблюдается и, например, в развитии представлений о величинах, и в развитии теории вероятностей.

[26] См., например, Ю.Б.Румер и А.И.Фет. Теория унитарной симметрии. «Наука», М., 1970.

Н. М. МАМЕДОВ

СИНТЕЗ ЗНАНИЙ И РАЗВИТИЕ НАУКИ

Древний философский тезис о самопознании как высшей форме познания в наше время все более приобретает рациональное звучание. Самопознание перестает быть академическим упражнением и оказывает непосредственное воздействие на человеческую деятельность как в процессе получения знания, так и при его объективировании.

Среди многочисленных предметов рефлексивного исследования, несомненно, сейчас на первом плане находится проблема синтеза знаний. Хотя синтез знаний является не новым феноменом, ибо известно, что любой уровень наших знаний, любое умозаключение обязано своей возможностью синтезу. Познание мира, в сущности, – это процесс образования иерархии знаний, отражающих тот или иной срез объективной реальности.

Однако, если возможность знания как следствие категориального синтеза в мышлении была доказана еще Иммануилом Кантом, то эвристическая роль других форм синтеза знаний осознается только теперь. Осмысление современной экологической ситуации, познание явлений жизни, отражение основ мироздания в мысли – все это требует синтетического подхода. Именно поэтому «ЮНЕСКО поставила перед собой задачу содействовать междисциплинарным контактам, поощрять глобальные, широкие воззрения,.. подчеркивать жизненную важность духа синтеза для благосостояния нашей цивилизации»[1].

В дальнейшем изложении мы попытаемся показать взаимоотношение научного познания и ценностных факторов,

---

[1] By Rene Maneu. Speech of Welcome. Jn .Science and synthesis. New York, 1971, p. XII.

спонтанную реализацию ценностных идей в синтезе современного естествознания и проанализировать возможные пути активного влияния «ценностей» на формирование синтезирующего стиля мышления. Останавливаясь на методолого-гносеологической ценности синтеза знаний, рассмотрим взаимосвязь синтеза знаний и метода моделирования.

Научное познание и ценности

С тех пор, как Ф. Бэкон преодолел дилемму древних греков между теоретическим и практическим знанием, наука благодаря развитию техники приобрела планетарную силу, вызвала заметные элементы отчуждения человека от природы. Возникшая ситуация является кульминационной для аналитического стиля мышления, дошедшего до уровня, требующего синтеза знаний об окружающем нас мире, корректировки технической деятельности.

Науку и технику сейчас невозможно представить изолированно. Эта взаимосвязь обусловливает их совместное плодотворное развитие. Практическая реализация научных знаний, порвав замкнутый круг принципа «познание ради познания», считавшегося высшей формой деятельности в древней Греции, дала невиданное ускорение как развитию техники, так и теоретическому знанию.

Взаимосвязь революций в науке и технике является неоспоримым историческим фактом. А это не только подтверждает единство преобразовательных и познавательных функций науки, но и позволяет считать, что в основе любой целесообразной человеческой деятельности лежит определенное знание. Поэтому прежде чем исследовать науку и рассматривать ее многообразие, единство и смысл, необходимо рассматривать знание «как нечто более общее и

первоначальное»[2]. Такое рассмотрение доказывает в целом адаптивную функцию человеческого знания.

Наука, возникнув на высоком уровне человеческой культуры, хотя и опосредственно, но всегда отражает человеческие интересы. И если хитросплетенные опосредствования не дают человеку почувствовать истинный смысл его научной деятельности в нормальных условиях, то в кризисных ситуациях рельефно проявляется настоятельная потребность в гуманистическом развитии науки. Сейчас наметились лишь первые шаги в направлении, когда естествознание начинает утрачивать «свое абстрактно материальное или, вернее, идеалистическое направление» и становится «основой человеческой науки»[3].

В связи с этой тенденцией все более кажется удивительным, что интересы общества, представляющие собой те ценности и наука выступали как бы отдельными, независимыми возникла, до последнего времени оставались в стороне. Ценности и наука выступали как бы отдельными, независимыми феноменами. Это объясняется трудностью истолкования сущности ценностей. Ведь не случайно попытки выявления истинной природы ценностей ставили в тупик многих представителей предшествующей философской мысли.

При метафизическом подходе к природе ценностей неизбежны взаимоисключающие выводы: или ценности существуют в самом естественном мире как реальность, которая «не зависит от человеческого фактора»[4], или «ценности» субъективны, являются «прихотью» людей.

---

[2] Н.Ф.Овчинников. Проблема синтеза современного научного знания в свете марксистско-ленинской философии. «Ленин и современное естествознание». М., 1969, стр. 104

[3] К.Маркс и Ф.Энгельс. Из ранних произведений. М, 1956, стр. 595.

[4] Pete Miller. Valuer li Nature. Proceedings of the XV th World Congress of Philosophy, vol. 2, Sofia, 1910, p. 239.

Живучим оказалась и третья, мистическая, точка зрения, согласно которой ценности представляют некоторое «царство», лежащее вне человека и природы, «по ту сторону субъекта и объекта»[5].

Дух пренебрежения к ценностям в науке был обоснован позитивизмом, когда ценности подверглись полной элиминации из структуры познавательного процесса.

Ценности, согласно представлениям неокантианцев, могли играть методологическую роль лишь в исторических науках. Возможность использования историческими науками ценностей, как известно, исходила из неверной классификации методов наук неокантианцами баденской школы. В естествознании, где все методы представлялись «генерализующими» (образующими общие понятия из исходных абстрактных индивидуальных понятий), ценностям не остается места. Естествознание предстает наукой, развивающейся «сама по себе», в которой нельзя применять никаких ценностных критериев. Использование ценностей в качестве методологического инструмента в исторических науках понадобилось неокантианцам для обоснования в сущности идеалистического подхода к исследованию истории человеческого общества. Так как «индивидуализирующие» методы в конечном итоге представляли историю как сплошное описание отдельных событий, лишенное какой бы то ни было внутренней логики. «Культурные ценности», по замыслу неокантианцев, позволяли избирать события, заслуживающие исторического описания.

Взаимосвязи науки и ценностей не видели и представители иррационалистической философии. Это вполне определенно выразил Ф. Ницше: «Мораль в своей основе враждебна науке... С тех пор, как Сократ занес в науку болезнь морализирования, научность в Греции быстро пошла

---

[5] Г.Риккерт. О понятии философии. М., 1910, стр. 33.

под гору»[6].

Однако и история науки, и современная тенденция развития науки доказывают совершенно обратное – существует определенная связь между ценностями эпохи и наукой.

Чем же объяснить в таком случае противоречие между настоятельной потребностью практики в союзе ценностей и научного познания и невозможность логического обоснования этого союза?

На наш взгляд, глубина этой проблемы обусловлена дуалистической сущностью человека, выражающейся в том, что человек как бы и часть природы и нечто противостоящее ей. Если человек внутри природы выступает как активное функциональное бытие, часть биосферы, то человек вне природы кажется духовной силой, получающей из небытия цели своей деятельности. Цели человека при метафизическом раздвоении его дуалистической сущности, естественно, не могут быть непосредственно выяснены из природы. И *«кажется* человеку, что его цели вне мира взяты, от мира независимы»[7].

Ценности при этом предстают как отношение между субъектом и объектом, исполняя важную регулирующую роль в развитии науки и опираясь на познание мира. Таким образом, ценности невозможно вырвать из познавательного процесса, ибо они связаны с осознанием результатов познания. Они порождены объективным миром и предполагают его, они детерминируются развитием науки и сами развивают науку.

Синтез естествознания и ценности

Влияние ценностей на развитие науки вытекает из объ-

---

[6] Ф.Ницше. Воля к власти. М., 1910, стр. 200.
[7] В.И.Ленин. Поли. собр. соч., т. 29, стр. 171.

ективного развития естествознания.

Тенденции «физикализации», «кибернетизации», «математизации» научных исследований рельефно подчеркивают наметившуюся тесную взаимосвязь наук, когда прогресс одной науки невозможен без прогресса другой. Синтетическая тенденция в науке возникла из-за необходимости исследования «сложных» явлений природы. Невиданного ранее комплексного подхода требуют вопросы, связанные с теорией наследственности, оптимизацией биосферы и социальными явлениями. *В настоящее время методологический принцип синтетического подхода к явлениям природы превратился в научный стиль мышления XX века.*

Изучение природы всегда «имело перед собой в качестве идеала конечную, высшую задачу: объединить пестрое многообразие физических явлений в единую систему, а если возможно, то в одну-единственную формулу»[8].

А. Эйнштейн впервые сделал попытку непосредственного применения идей единства природы в качестве методологического принципа в естествознании. Он потерпел неудачу при построении единой теории поля, но его методологический принцип подхода к взаимосвязанным явлениям природы значительно способствовал формированию синтетического стиля мышления XX века.

Реальные плоды «междисциплинарного» подхода к сложным объектам наука впервые получила при реализации физической программы Эрвина Шредингера в биологии. Как известно, с позиций теоретической физики Шредингер в 1943 г. обсудил различные явления жизни, причины макроскопичности, многоатомности организма, механизмы наследственности и мутаций[9]. Последующее раз-

[8] Макс Планк. Единство физической картины мира. М., 1966, стр 23
[9] Э. Шредингер. Что такое жизнь? М., 1972.

витие молекулярной биологии доказало чрезвычайную плодотворность такого синтетического подхода.

Как писал впоследствии Шредингер, философским основанием для его творчества служила простая истина, что все науки преследуют одну цель – приблизить ответ на вопрос – «кто мы такие?». «Изолированные знания, получаемые группой специалистов в узкой области, не имеют сами по себе какую-либо ценность, они имеют ценность лишь в синтезе со всей остальной частью знаний, и тем больший, чем делают реальный вклад, для получения ответа на вопрос – «кем мы являемся?»[10].

Глубокую взаимосвязь биологических, социальных и технических систем доказала кибернетика. Универсальность кибернетики Вейцзеккеру дает даже основание считать ее связующим звеном между человеком и науками о природе[11].

Помимо синтеза знаний, реализующихся в результате «физикализации», «кибернетизации» методов исследования различных наук, первостепенное значение в настоящее время имеет мотивирование синтеза знаний возникающими биосоциальными, глобальными проблемами типа экологической.

Само развитие естествознания приводит к необходимости включения в предмет исследования взаимосвязи различных явлений. При этом подтверждается глубокое единство естествознания с обществознанием. И все меньше вызывает удивление, что чисто естественнонаучные открытия порой приобретают биосоциальный смысл.

Сейчас наука стоит на пороге создания системы понятий и концепций, математических структур которые, составив теоретическую базу всего естествознания, позволили бы

---

[10] Ervin Schrödinger. Science and Humanism. Cambridge 1952, p.5.
[11] G.F.Weizsacker. Die Elnheit der Natur. Munchen, 1971, s.20.

осмыслить данные физики высоких энергий, химии и теоретической биологии в их единстве. Становится общепризнанным, что «ныне речь должна идти не о «сведении биологии к физике и даже не о новых, более понятных биологам описаниях – формулировках физических законов, а прежде всего о поисках принципиально новых, общих для всего естествознания теоретических оснований всего этого комплекса научных дисциплин»[12].

Такое развитие естествознания напоминает нам и одну из основных целей науки, которая, как считал еще Кант, заключается в выяснении вопроса: Что такое человек? В синтезе современного естествознания все более явно чувствуется эта великая цель.

Таким образом, синтез естествознания не только раскрывает субъективную неопределенность в картине взаимосвязи явлений природы, но и является прелюдией союза ценностных факторов эпохи и научного познания. Прелюдией, ибо современная наука нуждается прежде всего в синтезировании самого себя, прежде чем она сможет решить сложную задачу синтеза научного познания и ценностей. Разумеется, это совершенно не означает, что проблема учета ценностных аспектов в научном познании пока лежит в тени от столбовой дороги спонтанной реализации синтеза естествознания. Как раз напротив, синтез естествознания является необходимым условием союза ценностей и развития науки, и во многих случаях эта проблема, несомненно, будет решаться прогрессом самого естествознания. Выход из парадоксов современной научно-технической революции, как резонно отмечает И. Б. Новик, «заключается не в разрыве с многовековой традицией научного по-

---

[12] И.А.Акчурин. Некоторые закономерности развития знаний и проблемы его синтеза. «Синтез современного научного знания». М., 1973, стр. 200.

знания», а в «интегрировании на новой основе истинного и доброго, в максимально возможной для данного уровня науки экспликации ценностного значения»[13].

О возможности управления синтезирующим мышлением

Значительная эвристическая 1_ила синтеза знаний мотивирует выяснение возможностей управления синтезирующим мышлением- Такая постановка задачи, естественно, приводит к необходимости философского анализа формирования знания, к анализу возможностей изменения категориального аппарата мышления.

Познание со времен Канта тесно связывается с формой мышления субъекта. Как известно, получение научного знания Кант мыслил как синтез данных восприятия априорных понятий и категорий. Исходя из этой концептуальной схемы, он утверждал, что человеческий разум открывает в природе то, что сам в нее вкладывает. Кант был уверен в том, что категориальный строй мышления есть нечто неизменное и независящее от опыта, от практики человека. И если в философии Аристотеля категории являются прежде всего «высшими родами бытия», то у Канта, напротив – определение категорий сразу оказывается «суженным до субъективного значения: категории Канта суть основные понятия рассудка, образующие априорную форму мыслимости каких бы то ни было предметов, их свойств и отношений»[14].

В кантовском учении нашел свое выражение в искаженном виде тот реальный факт, что научное познание имее'1

---

[13] И.Б.Новик. Единство методологии и аксиологии. «Ценностные аспекты современного естествознания». Обнинск, 1973, стр. 17.
[14] В.Ф.Асмус. Иммануил Кант. М;, 1973, стр. 44.

свои предпосылки и средства, что оно зависит не только от чувственных данных, но и от некоторых исходных форм, принципов, подходов, оперируемых субъектом. Именно поэтому сейчас не вызывает сомнения, что подвергая знание методологическому, критико-рефлексивному анализу, следует иметь в виду с самого начала «два конструирующих его фактора познавательной деятельности – с одной стороны, фиксацию эмпирически данного, с другой стороны, применение к имеющимся данным некоторой концептуальной схемы»[15].

Категории мышления не априорны – в этом нас убеждает генезис стиля мышления. Они происходят из опыта человечества, имманентно вырастают из практики в соответствии со стоящими перед ней задачами. Как подчеркивал В.И.Ленин, «...практическая деятельность человека миллиарды раз должна была приводить сознание человека к повторению разных логических фигур, дабы эти фигуры могли получить значение аксиом»[16].

Гениально угадав механизм познавательного процесса, Кант свел получение нового знания к воспроизведению на новом материале содержаний жизненных форм мышления. Эта ошибка, естественно, привела к тому, что у Канта процесс познания разделил природу и человека.

По ходу эволюции человеческого вида, пытаясь приспособиться к тяжелым природным условиям, попадая в кризисные ситуации, развивался разум человека, его категориальный строй. Непосредственной предысторией современного категориального строя мышления можно считать мифологическое мышление. Несмотря на имеющиеся в литературе отдельные расхождения «а роль мифологии в возникновении рационального стиля мышления, является

---

[15] Философия Канта и современность. М., 1974, стр. 425.
[16] В.И.Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 172.

неоспоримым тот факт, что и в рамках донаучного воззрения на мир были разработаны всевозможные космологические и этические представления, определенное видение мира[17]. Последующая натурфилософская картина мира досократиков развилась, таким образом, не вследствие создания совершенно нового категориального строя мышления, а в результате рациональной многовековой трансформации мифологического стиля мышления в стиль, более или менее адекватно отражающий объективный мир, позволяющий получать знание, согласующееся с практикой человека, с действительностью. Это утверждение подтверждается тесной генетической связью философии досократиков и греческой мифологии. Например, анализируя генетическую связь гомеровской идеи бога и анаксагоровского логоса, Уорден показывает, что в творчестве Гомера находятся первоначальные формы выражения ряда проблем раннегреческой философской мысли: концепция двух уровней знания, связь этического аспекта жизни с интеллектуальным, тождество космоса и микрокосма и др.[18].

Таким образом, произошедший генезис стиля мышления человека опровергает априорность, неизменность категориального аппарата, его теснейшую зависимость от предшествующего интеллектуального климата, условий существования и возникающих проблем эпохи. Стало быть, вполне реальна и возможность управления формированием требуемого стиля мышления.

На первых порах это, видимо, может быть достигнуто объединением специалистов самой различной профессиональной ориентации в исследовательские группы, разрабатывающие те или иные проблемы.

---

[17] См. об этом: Г.Г.Кулиев, Р.О.Курбанов. Проблема генезис античной философии. «Вопросы философии 1973, № 4.

[18] J.K. Worden. The Mind or Reus „Journal of the History of Jdeas" 1971, Vol. XXXII, №1, p. 14.

Как известно, существует прямая зависимость между стилем мышления индивида, его обучением (специальностью) и его подходом к объекту познания. Как отмечает Дж. Дик сон, если изучен какой-либо конкретный метод, то появляется естественное желание использовать его вновь[19].

Эвристическую функцию взаимодействия различных стилей мышления можно, на наш взгляд, объяснить интеграцией понятийного, категориального аппарата, ходящих в группу "физиков и лириков». И получаемая при этом новая информация, принятое решение будет как бы продуктом категориаль- чого синтеза мышления не отдельного субъекта, а некоторого локального коллективного разума. Очевидно, в таком случае возникает возможность и управления этим коллективным разумом, «подключая» специалистов того или иного профиля в исследовательские группы. С точки зрения философии это означает эффективную вариацию категориальным строем мышления в соответствии с возникающей исследовательской задаче! Стало быть, взаимодействие элементов знания будет эффективно при предварительном философском анализе необходимой структуры исследовательских групп. Поэтому предпосылкой разработки теории организации исследовательских групп должны стать не только социально-психические, но и философские принципы, учитывающие эвристическое взаимодействие «стилей мышления» специалистов различной профессиональной ориентации, входящих в коллектив. Это подчеркивает и необходимость теснейшей связи между самими рефлексивными исследованиями, т.е. между методологическими, социологическими и психологическими подходами к научному творчеству.

---

[19] Дж. Диксон. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений. М., 1969, стр. 37.

Синтез знаний и диалектико-материалистический монизм

Одним из важнейших результатов современного этапа синтеза знаний является подтверждение принципов диалектико-материалистического монизма.

Как известно, домарксовскому монизму был характерен либо замаскированный дуализм, либо натуралистически ограниченный монизм. Даже тяготевшие к материалистическому монизму философы XVII и XVIII веков осуществляли свои монистические тенденции только за счет истории общества, которая оставалась у них за чертой натуралистического монизма[20].

Б связи с этим небезынтересно отметить, что и неопозитивистская теория «единой науки», эволюционировавшаяся впоследствии в «философию науки», и теория «объединенной» пауки Л. Берталанфи, А.Веллека в некоторых отношениях повторяют ограниченность домарксовского монистического понимания мира.

Неопозитивистская концепция «единой науки» основывается на сведении философии к анализу языка науки, на предположении, что логический анализ научного знания приводит к «единой науке».

Основываясь на универсальности системного подхода, как известно, Л. Берталанфи и А. Веллек обосновывают теорию «объединенной науки». В указанных концепциях односторонне раздувается «в абсолют», хотя и весьма существенный механизм интеграции научного знания - универсализация путей познания. Однако при этом совершенно не затрагивается истинная причина тенденции к синтезу

---

[20] См. об этом: В. Ф. Асмус. Маркс и проблема монизма естественных и социальных наук. Избранные философские труды, т. II. М., 1971, стр. 302.

знаний: единство материального мира, выражающееся в единстве природы и общества.

Нельзя рассматривать науку как многообразие, единство которого кроется в его методах. Подлинное единство науки нельзя выявить, не обращаясь непосредственно к ее предмету. Наука существует благодаря методам, но ведущим в ней является предмет, а не метод. И можно согласиться с К. Ф. Вейцзеккером, что крупные шаги делаются там, где кто-то, «плененный действительностью, от которой он не может более уклоняться, развивает метод, который прежде никому не приходил на ум»[21]. Правда, здесь выражение «плененный действительностью» нужно понимать несколько шире. Ибо человек, как уже было показано, встречая трудности при реализации своих замыслов, развивает свои познавательные возможности.

Диалектико-материалистический монизм, обосновывающий взаимосвязь естествознания и обществознания через техническую природопреобразующую деятельность человека, позволяет делать методологический прогноз условий гармонического развития научно-технического прогресса. Эта функция монизма естественных и социальных наук особенно нужна теперь, в связи с современной экологической ситуацией, когда оптимизация взаимодействия технических систем и биосферы становится важнейшей задачей человеческой деятельности.

Оптимизация природопреобразующих систем приобрела метапроблемный характер в связи с необходимостью оценки функционирования таких систем, как по технико-экономическим, так и по биосферным, социальным критериям. Здесь отчетливо проявляется биосоциальная сторона развития техники, подтверждающая единство социальных и естественных явлений.

---

[21] G.F.Von Weizsacker. Die Einheit..., s. 301

Поскольку эволюция возможностей человеческого организма, его приспособление к изменяющимся условиям биосферы – с точки зрения человеческих временных масштабов – отсутствует, и человеческий организм требует тех же условий для существования, что и в античном обществе, то, стало быть, и деградация природы недопустима.

Экологический кризис – не начало катастрофического отчуждения человека от природы, а неизвестное явление, которое мы осознали, взаимодействуя с природой. И, естественно, что осознанная опасность диктует человеку необходимость корректирования природопреобразующей деятельности, гармонизации отношения с природой. Если в основе деятельности лежит взаимосвязь человека и природной среды, то и идея оптимизации биосферы должна пронизывать любую деятельность, в том числе и техническую, – оптимизация биосферы должна стать частью общей задачи оптимизации человеческой деятельности.

Учет экологического контекста в деятельности делает неизбежным определенную «рациональную антропоцентризацию» критериев оптимизации природопреобразующих систем. И это не должно вызывать удивления, поскольку объективную необходимость «рационального антропоцентризма», при оптимизации природопреобразующих систем, обосновывают как практика, так и наука.

Такое утверждение согласуется и с тем обстоятельстве м, что человек служит антиэнтропийным факторам реальности не на основе хаотизации среды, а «на базе гармонизации биосферы и собственной деятельности»[22].

Человек должен осуществлять процесс оптимизации прежде всего ради себя самого, реализуя известный тезис: «все для человека». А для этого естествознание, как и

---

[22] И.Б.Новик. Методологические аспекты оптимизации биосфера. «Природа», 1972, № 9, стр. 7.

предвидел Маркс, должно включать в себя. Науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включает в себя естествознание.

Необходимость такой «рациональной антропоцентризации» развития научно-технического прогресса является одним из важнейших методологических прогнозов, вытекающих из принципов диалектико-материалистического монизма.

Синтез знаний и моделируемость объектов

Среди методов научного познания моделирование удивительно ясно отражает природу человеческого познания и способствует выявлению новых моментов в диалектико-материалистическом принципе единства материального мира.

Единство природы используется в самом существе моделирования как эвристический «ключ» для познания объективной реальности. И не случайно, что даже отдаленные ассоциации и аналогии, сближая интуитивные и логически обосновываемые моменты познавательного акта, активизируют творческий процесс, приводят к открытию новой взаимосвязи в явлениях мира.

Определенная идентичность структуры мышления при познании различных объектов и единство внутренних механизмов объективных процессов обусловливает специфическую взаимосвязь метода моделирования и синтеза знаний.

Моделирование является важнейшим инструментом человеческой деятельности. Единство логических основ различных видов моделирования придало этому методу статут методологического приема, пронизывающего, по-существу, все сферы познания – от социологии и искусствознания до физики элементарных частиц и при-

кладных инженерных разработок. Последствием распространения методологии моделирования является все усиливающееся ее влияние на синтез современного научного знания.

Мощная интегрирующая функция метода моделей, исходящая из его природы, проявляется через различные каналы. Однако, анализируя тенденцию синтеза знаний через «призму» работы метода моделей в современной науке, можно отметить определенную роль моделирования как в теоретическом, так и в формальном синтезе знаний, что отражает объективную взаимосвязь различных явлений.

В создании единого языка науки и в трактовке современных форм моделирования сложных систем решающую роль играет аппроксимация[23]. Как известно, чем сложнее исследуемые объекты, тем существеннее в них роль фактора аппроксимации. Это отражает важнейшую регулятивную максиму научного познания, заключающуюся в афоризме: «познать сложное – это значит упростить его».

Момент упрощения в общем и целом не является чем-то уникальным, исключительно специфичным для сегодняшней ситуации в научном познании. Упрощение объекта в понятиях и представлениях субъекта диктуется трудностью адекватного изображения взаимосвязи явлений мыслью. И впервые с этой проблемой столкнулись уже в античности.

Интересно, что Гераклит эту проблему попытался решить, используя художественный стиль изложения. Так, чтобы, объективную диалектику мира, «объективный логос», отобразить в мышлении, в «субъективном логосе», Гераклит соединял в одном предложении противополож-

---

[23] И.Б.Новик. Моделирование и интеграция знаний. «Доклады. Всесоюзной объединенной межвузовской конференции по физическому моделированию (VI) и кибернетике энергетических систем (II)», Баку, 1972, стр. 25.

ные образы и понятия[24]. Для этого он находил в языке одинаковые по звучанию и По корню, но противоположные по смыслу слова.

Гераклитовский метод «изображения движения мыслью» художественными сравнениями, аналогиями, игрой слов – с точки зрения рационального, научного мышления – обход главной проблемы: отображения в логике понятий противоречивой сущности вещей. Эта проблема была впервые остро поставлена элеатами, особенно Зеноном Элейским в его знаменитых апориях.

Научное познание не могло пойти иным путем, кроме разделения связанных в действительности моментов предмета, независимого их рассмотрения. «Мы не можем, – подчеркивает В И. Ленин в «Философских тетрадях», – представить, выразить, смерить, изобразить движения, не прервав непрерывного, не упростив, угрубив, не разделив, не омертвив живого. Изображение движения мыслью есть всегда огрубление, омертвление, – и не только мыслью, но и ощущением, и не только движения, но всякого понятия»[25].

Разработка логики аппроксимации – это одно из генеральных направлений прогресса научной мысли в обозримый период. В ходе уточнения и углубления приемов упрощения все более и более сложных систем различные научные дисциплины будут все глубже интегрироваться. Развитие общего метода моделей на основе формализованной характеристики явлений разных классов на базе методологии аппроксимации и дискретизации – важный путь синтеза научных знаний.

Однако моделирование не только способствует созданию единого языка науки, но и отражает достигнутый уровень синтеза знаний. Модель определяется своей адек-

---

[24] См. об этом: Ф. Х. Кессиди. От мифа к логосу. М., 1972, стр. 175-189.
[25] В.И.Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 233.

ватностью оригиналу именно достигнутым уровнем синтеза знаний. Это особенно заметно при создании комплексных, глобальных моделей взаимосвязанных явлений. В этом смысле модель можно определить как объективация имеющихся знаний об объекте.

Познание отдельных «срезов» объекта, как было уже показано, не является конечной целью науки. Цель познания заключается в создании целостной, единой картины объекта. И практика использования научных знаний все более подтверждает необходимость всестороннего охвата поведения объектов познания. Другими словами, науку интересуют объекты познания во взаимной связи, в движении. В этом, несомненно, выражается необходимость диалектического метода познания, отодвинутого на второй план в эпоху бурной дифференциации наук.

Глубокая диалектика научного познания предполагает целостное воспроизведение объекта в мысли и его взаимосвязей со средой на основе познания отдельных сторон, частей объекта. Диалектическое сочетание при познании: всестороннего анализа и выделения той или иной стороны объекта как существенного в нем в данный момент позволяет избегать как эклектики, так и софистики. И если раньше методологическая установка «разностороннего подхода к объекту познания» была практически плохо реализуемой, то теперь в связи с развитием методов и средств моделирования такое требование становится в перспективе вполне реальным. Принципы системного подхода и быстродействующие вычислительные машины позволяют моделировать взаимодействие отдельных «срезов», элементов объекта и объекта со средой. Это позволяет ожидать глубокого, всестороннего подхода к явлениям мира, открывающего, безусловно, новую ступень к возможностям человеческого познания.

Создание комплексных моделей объекта моделирова-

нием взаимодействия отдельных «частных» моделей объекта основывается на единстве логических основ моделирования. И различие моделей, на наш взгляд, нужно искать не в коренном различии их логических основ (если имеется такое различие, то нельзя говорить о применении метода моделирования), а в различии выполняемых ими эвристических функций, в особенностях получаемой посредством моделей информации. Например, в моделях естественных наук получаемая информация имеет более содержательный аспект, чем в моделях техники, где качество информации преимущественно носит функционально-организационный характер. Это объясняется тем, что для многих технических задач типична ситуация, когда внутренняя среда состоит из элементов, фундаментальные законы поведения которых хорошо известны. И трудность заключается лишь «в невозможности проследить поведение этих элементов, собранных воедино»[26]. Модели оптимизации сложных систем в технике, представляя собой модель взаимодействия предварительно познанных «срезов» действительности, необходимы для реализации определенной цели, диктуемой практической потребностью.

В зависимости от уровня информации, доступной субъекту, от достигнутого уровня синтеза знаний модели основываются на жестко детерминированных или на статистических закономерностях. Особый класс составляют модели, отражающие неопределенные и конфликтные ситуации, где не «работают» ни жестко детерминированные, ни статистические закономерности. Это обусловлено тем, что уровень синтеза знаний, как мерило наших истинных знаний о мире, раскрывает лишь субъективную неопределенность в картине мира. Таким образом, от достигнутого уровня синтеза знания зависит степень субъективной не-

[26] Г.Саймон. Науки об искусственном. М., 1972, стр. 26.

определенности модели, ее адекватность оригиналу. Модели явлений с объективной неопределенностью не зависят от синтеза знаний, ибо эта неопределенность одно из состояний материи[27], и здесь действительно нет никакой, информации о состоянии объекта. Модель такого объекта можно создать на основе аппарата исследования операций, который часто используется и при наличии субъективной неопределенности.

Итак, противоречие между практической потребностью, диктующей необходимость познания взаимосвязи явлений природы, и практической возможностью, затрудняющейся при познании таких факторов, вызывает тенденцию к синтезу знаний, к консолидации усилий специалистов самых различных областей знания. Синтез знаний играет существенную эвристическую роль при познании сложных явлений природы, что позволяет в самом широком смысле говорить об оптимизирующей функции синтеза знаний в научном творчестве.

[27] См. об этом: А.Д.Урсул. Информация. М., 1971, стр. 216.

А. С. КРАВЕЦ

ТИПОЛОГИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И ПРОБЛЕМА ИХ ОБЪЕКТИВНОСТИ

Вопрос об объективности и субъективности понятия вероятности является постоянной темой философских дискуссий о природе вероятностного знания – с момента становления теоретико-вероятностных представлений и до сих пор. Он имеет принципиальное методологическое значение как для понимания роли и значения вероятностных представлений в современном научном познании, так и для разграничения основных философских направлений в вопросе о природе вероятностного знания.

В диалектическом материализме объективность и субъективность знания связываются с природой отражения исследуемых объектов. Признавая субъективность формы отражения, диалектический материализм доказывает возможность достижения в этих формах объективного по своему содержанию знания. Диалектика объективного и субъективного имеет свои особенности для различных типов знания[1]. Особенно сильны различия между описательным естественнонаучным знанием и оценочным (нормативным) знанием.

Оценочные высказывания (суждения о ценностях), безусловно, составляют особый тип высказываний по срав-

[1] В. А. Лекторский. Проблема субъекта и объекта в классической и современной буржуазной философии. М., «Высшая школа», 1966; его же. Принципы воспроизведения объекта в знании. «Вопросы философии», 1967, № 4; П.В.Копнин, М. В. Вильницкий. Соотношение объективного и субъективного в развитии естественнонаучного знания. В сб «Диалектика в науках о неживой природе». М., «Наука», 1964; В.С.Степин Проблема субъекта и объекта в опытной науке, «Вопросы философии», 1970, № 1.

нению со всеми видами научных высказываний. Проблема объективности оценочных высказываний разработана недостаточно и на сегодняшний день является довольно спорной. В зарубежной литературе, например, весьма распространена точка зрения, согласно которой оценочные высказывания всегда субъективны, поскольку характеризуют психологическое состояние субъекта. Согласно другой точке зрения оценочные высказывания ни объективны, ни субъективны, поскольку им в отличие от дескриптивных (описательных) высказываний нельзя приписать значений ни истины, ни лжи.

Специфическая особенность оценочных высказываний состоит в том, что они описывают не некий материальный предмет и даже не психические состояния личности, а выражают некоторое (оценочное) отношение субъекта к объекту. Когда мы говорим «эта вещь красива», мы не описываем ни одного свойства вещи самой по себе, а выражаем прежде всего определенное отношение к этой вещи. Мы оценили определение (эстетическое) значение этой вещи для нас. Следовательно, объектом оценочных высказываний являются не предметы сами по себе, а определенные значения этих предметов для субъекта. Однако специфичность объекта оценочного суждения отнюдь еще не может служить поводом для отрицания объективности высказываний или для отрицания вообще смысла проблемы объективности таких высказываний. В противном случае следует признать, что этика, эстетика, психология не имеют никакого объективного основания и вообще не являются науками в общепринятом смысле слова.

Суждение «эта вещь красива» объективно, если эта вещь *действительно* красива. Но что здесь может означать термин действительно? Во-первых, объективным основанием для оценочного суждения являются определенные свойства вещи: при наличии одних свойств данная вещь может быть

красивой, при наличии других некрасивой. Однако отсюда не следует, что вещь сама по себе красива. Вещь при наличии определенных свойств считается красивой в силу существования в обществе определенных эстетических норм, общепринятых стандартов, эталонов, образцов красоты. Следовательно, в оценочном суждении помимо свойств вещи самой по себе, существенно учитывать еще и определенный субъективный интерес, определенную общественную потребность. Объективность этой стороны коренится в общих объективных условиях деятельности людей, в общей природе общественного бытия людей, на основе которого складываются определенные нормы, оценки, стандарты. Существование таких норм, стандартов четко прослеживается в производстве, экономике, более расплывчаты они в эстетической деятельности.

Можно сказать, что на основе общественного бытия людей вырабатывается определенная шкала ценностей (экономических, эстетических, этических и т. д.), которая может быть опредмечена в эталонах, образцах, стандартах, но может существовать лишь в мнениях людей. Тогда оценочное высказывание объективно, если значение, которое оно приписывает своему предмету, совпадает со значением, которое занимает
вещь в общественной шкале ценностей.

* * *

Приступая к исследованию проблемы объективности вероятностного знания, необходимо прежде четко определить, о какой вероятности идет речь. Поскольку существуют различные типы достоверного знания, для каждого из которых диалектика объективного и субъективного имеет свои особенности, то логично предположить, что и вероятностное знание отнюдь не является однородным и однотипным, и по существу в этом понятии («вероятност-

ное знание») объединены различные типы вероятностного знания. Если это так, то предварительным условием рассмотрения проблемы объективности понятия вероятности является научная типология различных видов вероятности.

На самом деле в многочисленных дискуссиях о природе вероятности фактически учитывается различие типов вероятностей. Однако в таких дискуссиях зачастую используются разные основания для классификации вероятностей, что создает дополнительные трудности в исследовании этой проблемы. Например, в математике различают классическую, частотную и аксиоматическую вероятности. Такая классификация связана с характером построения математической теории вероятностей и не выделяет еще типов вероятностного знания, ибо математическая теория вероятностей приложима к самым различным областям знания. Как верно замечает У. Моррис, современная теория вероятностей представляет «абстрактную, непротиворечивую систему выводов, вытекающих из небольшого числа аксиом. Поэтому взятая сама по себе теория вероятностей никак не связана с наблюдаемыми событиями, и математик вовсе не обязан интерпретировать вероятность в терминах событий»[2]. Математическая теория вероятностей допускает отнюдь не единственную интерпретацию понятия вероятности. Поэтому мнение о том, что теория вероятностей применима лишь там, где имеют дело с относительными частотами событий, является, как мы увидим дальше, односторонним и предвзятым.

Попытку классифицировать вероятности в зависимости от сферы и характера их приложения предпринял Р. Карнап, выделив два вида вероятности: probability$_1$ и probability$_2$. Первая вероятность характеризует отношение между суж-

[2] У.Моррис. Наука об управлении. Байесовский подход. М., 1971, стр. 52.

дениями и является таким образом логической категорией. Вторая вероятность характеризует отношение между классами событий и обычно используется в естествознании. В последнее время в литературе широкое внимание уделяется так называемой «субъективной» вероятности, которая отличается от предложенных Р. Карнапом типов вероятностей. Следовательно можно ввести еще понятие о probability$_3$.

Возникает вопрос, сколько вообще существует типов вероятностей и каковы основания для их типологии? Вообще говоря, возможны различные основания классификации, но для целей исследования проблемы объективности важно выявить наиболее общие типы вероятностей.

Можно предложить следующую логико-гносеологическую классификацию типов вероятностей, являющуюся, с нашей точки зрения, наиболее общей. Вероятность ***p*** (*а, в),* как известно, является всегда характеристикой отношений между аргументами *а* и *в*. Рассмотрим в качестве наиболее общих аргументов объект *O*, субъект *S* и знание *Z*. Образуем все возможные парные комбинации из этих трех элементов по два (порядок знаков не играет роли). Получим шесть комбинации: 1) *O–O*; 2) *S–S; 3) O–Z;* Z–Z; 5) *O–S*; 6) *Z–S.*

Отношения (1) и (2) с гносеологической точки зрения совпадают, ибо различие между объектом и субъектом имеет смысл только в отношении друг к другу. Фактически и первая и вторая комбинации характеризуют отношения между объектами, только во втором случае в качестве этих объектов познания выступают отношения между людьми. Вероятность W_1, которая описывает отношения (1 или 2) между объектами, назовем *объектной* вероятностью.

Комбинация (3) характеризует отношение знания к своему объекту, например, степень истинности. Вероятность W_2, которая описывает отношение (3) знания к своему

объекту, назовем *валентной* вероятностью.

Комбинация (4) описывает отношение одного вида знания к другому, например, логические связи между высказываниями. Вероятность W_3, описывающую отношения типа (4), назовем *импликативной* вероятностью.

Отношения (5) и (6) также можно объединить в одну группу, поскольку и то и другое являются оценочными отношениями, только в случае (5) оценивается некоторое событие, а в случае (6) оценивается знание. Вероятность W_4, выражающую оценки, назовем *аксиологической* вероятностью. Нетрудно видеть, что под концепцией «субъективной» вероятности в современной литературе имеется в виду как раз аксиологическая вероятность.

Таким образом, существует четыре типа вероятностей. Косвенное подтверждение правильности нашей классификации можно видеть в том, что в современной логике различают три типа логического анализа знания: семантику, синтаксис и прагматику, тогда как анализ отношений между объектами входит в компетенцию естествознания. Обоснование принятой нами терминологии будет видно из дальнейшего рассмотрения.

Данную типологию можно уточнять за счет дополнительной классификации отношений в каждой из групп. Например, учитывая качественное различие между объектами макромира и микромира, можно в пределах первой группы выделить макроскопическую (классическую) вероятность и квантово-механическую вероятность и т. д. Аналогичную дополнительную классификацию можно проводить для остальных типов вероятностей.

* * *

W_1 *(объектная вероятность).* Для анализа проблемы объективности вероятности W_1 необходимо обратиться к приложениям теории вероятностей в различных разделах

естествознания и рассмотреть основные факторы, связанные с адекватным отражением поведения конкретных объектов на теоретико-вероятностном языке.

Прежде всего, необходимо обратить внимание на одну существенную особенность понятия вероятности, связанную с его абстрактной (теоретической) природой. Недооценка этой особенности часто приводит к логическим парадоксам. Дело в том, что понятие вероятности принадлежит к классу теоретических понятий, т. е. является некоторой теоретической конструкцией, отображающей отношения в классе объектов. Было бы бессмысленно искать в реальной действительности какую бы то ни было вероятность «саму по себе», в «чистом виде». В реальной действительности мы наблюдаем реализацию или нереализацию определенных событий, их некоторую последовательность, частоту осуществления. Однако относительная частота события с некоторым признаком и вероятность этого события – разные вещи, которые различаются во всех теоретико-вероятностных расчетах. Относительная частота – наблюдаемая переменная характеристика в классе событий, вероятность – теоретическая постоянная характеристика[3]

Не вытекает ли отсюда, по выражению Джевонса, что «вероятность всецело принадлежит уму»? Утвердительный ответ на этот вопрос отрицал бы какую бы то ни было объективную основу понятия вероятности. На самом деле в абстракции вероятности отображаются всегда некоторые объективные отношения, существующие в исследуемом классе событий. Однако бесспорно, что без абстрагирую-

[3] Различают понятия «статистическое описание» и «вероятностное описание». Статистическое описание «фиксирует эмпирически наблюдаемые события, их частость, средние характеристики и т.п. Вероятностное описание имеет дело уже с некоторой теоретической моделью изучаемых объектов.

щей деятельности общественно-исторического субъекта не было бы никакой вероятности.

Указанная особенность понятия вероятности отнюдь не является уникальной и присуща многим абстракциям достоверного знания. Возьмем, к примеру, понятие «плод». Безусловно, это понятие отображает некоторые существенные свойства биологических объектов, однако никто еще не пытался найти в реальной действительности «плод как таковой». Можно наблюдать вишни, яблоки, груши и т. п., но не отдельный плод «сам по себе». Научное понятие не является простым обозначением отдельного объекта или его отдельного свойства, а представляет отображение существенных сторон, связей в классе исследуемых объектов. Отображение сущности связано с отвлечением и абстрагированием от «отдельного», «единичного». Однако *«все* научные (правильные, серьезные, не вздорные) абстракции отражают природу глубже, вернее, *полнее»*[4].

Всякое научное приложение теоретико-вероятностных и статистических методов, всякий научный расчет вероятностей каких-либо событий основаны на учете объективных характеристик изучаемого класса событий и отношений между этими событиями. С изменением общих объективных условий существования исследуемого класса событий, с изменением отношений между событиями меняется и распределение вероятностей для данного класса. Поэтому в научных расчетах исходят фактически из того, что вероятностные представления характеризуют исследуемые объекты, а отнюдь не «свойства ума». Короче говоря, при вероятностно-статистическом подходе в естествознании мы имеем дело со свойствами объекта, а не с психологией субъекта.

Однако для опровержения субъективистского взгляда на

---

[4] В.И.Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 152.

вероятность отнюдь недостаточно ограничиваться указанием, что она описывает объективные отношения в классе событий. Ведь в этом утверждении указывается по существу лишь сфера приложения вероятности и соответствующий тип вероятности. Как мы видели выше, существуют типы вероятности, которые применяются для характеристики наших знаний. Поэтому для обоснования объективности вероятности W_1 необходимо идти дальше и показать, что вероятностный характер знания обусловлен именно специфической природой изучаемого объекта, а такой подход требует раскрытия тех объективных свойств и отношений в изучаемых явлениях, которые с необходимостью приводят к вероятностному описанию

Анализ вхождения вероятностных представлений и методов в различные области естествознания показывает, что классы событий, подчиняющихся вероятностно: закономерности, обладают специфической *вероятностной структурой,* качественно отличной от структуры жестко детерминированного типа[5]. Эта вероятностная структура характеризуется тремя типами отношений: 1) единством иррегулярности и устойчивости признака в классе событий; 2) единством автономности и связности событий; 3) единством беспорядка и порядка событий.

Иррегулярность характеризуется варьированием признака в классе изучаемых событий, принципиальным отсутствием алгоритма, описывающего следование событий друг за другом. Однако эта иррегулярность ограничена устойчивостью относительных частот признака, закономерной повторяемостью определенных событий.

Автономность характеризует относительную независимость реализации событий друг от друга. Вместе с тем эта

---

[5] Более подробно о понятии вероятностной структуры см.: А.С.Кравец. Вероятность и системы. Воронеж, Изд-во ВГУ, 1970.

независимость ограничена общими условиями существования всего класса событий. В вероятностных процессах события могут и быть связаны друг с другом (связь отображается на языке условных вероятностей), однако вероятностная зависимость принципиально отличается от жесткой функциональной зависимости, имеющей место в структурах жестко детерминированного типа.

Беспорядок характеризуется отсутствием явно выраженных направленностей физических или каких-либо других процессов, равноправностью физических состояний системы, уравновешиванием различных тенденций и сил, действующих в системе. Однако этот беспорядок ограничен стохастической упорядоченностью событий, позволяющей выразить некоторый вероятностный закон поведения системы.

Реальное существование объектов с вероятностной структурой и обусловливает прежде всего необходимость введения вероятностного аппарата для отображения поведения этих объектов.

Однако в научной практике вероятностные методы и понятия применяются для описания объектов, не обладающих явно выраженной вероятностной структурой. Особенно эффективны вероятностно-статистические методы для изучения сложных систем, точное описание которых обычными аналитическими (не вероятностными) методами вызывает принципиальные трудности или не оправдано практическими соображениями. Вероятностный подход позволяет упростить кар тину изучаемых явлений и преодолеть в познании объективную сложность объектов.

Типичным примером такого применения вероятностно-статистических методов является статистическое моделирование, когда для изучения сложной системы строится некоторая статистическая модель явления, основные параметры которой характеризуют изучаемую систему.

Подобную вероятность можно было бы условно назвать «субъективной», в отличие от вероятности, описывающей вероятностные структуры. Однако на самом деле такая вероятность отнюдь не является произвольной конструкцией, а обусловлена объективной сложностью объекта и конкретным способом его познания или способом практического оперирования с объектом.

Допустим, что в совершенно затемненной комнате колеблется физический маятник, который время от времени «случайным» образом освещается фонариком Подобное «случайное» освещение можно осуществить, если подключить фонарик к датчику случайных (иррегулярных) сигналов. Такой объект будет представлять для нас «черный ящик». Хотя движение маятника в принципе подчиняется законам жесткой детерминации, наблюдаемое распределение координат маятника в моменты освещения будет описываться вероятностным законом.

Нетрудно видеть, что в этом примере, как и в задачах статистического моделирования, на изучаемые объекты как бы накладывается вероятностная структура, обусловленная специфическим способом оперирования с объектом. Поэтому здесь можно говорить о *квазивероятностной структуре,* обусловленной не столько природой самого объекта, сколько условиями и средствами его познания. Однако эти условия столь же объективны, сколько и свойства изучаемого объекта. Фактически эти дополнительные условия входят в определение изучаемого объекта.

Таким образом, объективное основание вероятности состоит в том, что она описывает вероятностные или квазивероятностные структуры. Вероятность будет объективной характеристикой, если адекватно отображает эту структуру, и субъективной, если отображение будет неадекватным, искаженным.

* * *

W_2 *(валентная вероятность).* Вероятность, характеризующая отношение знания к своему объекту, рассматривается обычно как количественная характеристика степени истинности высказывания Дж.Буль впервые предложил относить вероятность не непосредственно к событиям, а к высказываниям о событиях. Эта идея впоследствии была реализована в различных системах вероятностной логики.

Если в классической логике рассматриваются только два значения валентности (0 и 1), означающие соответственно либо ложность, либо абсолютную истинность высказывания, то в системах вероятностной логики принимаются все значения валентности в интервале [0, 1]. О вероятности, характеризующей степень истинности высказываний, действительно можно сказать, что она выступает специфической мерой нашего знания. И в таком понимании вероятности нет ничего субъективно-идеалистического, если имеется в виду адекватная характеристика степеней истинности знания. По крайней мере, такой способ описания истинности высказываний является более гибким и диалектичным, чем жесткое разделение всех высказываний в классической логике на два класса: истинных и ложных. Можно согласиться с утверждением Г.И.Рузавина, что «с содержательной точки зрения вероятностная логика представляет собой более адекватное отражение действительности, чем обычная классическая логика»[6].

Существуют различные системы вероятностной логики. Если вероятностная логика строится аксиоматическим путем, то ее аксиомы, как правило, лишь неявным образом характеризуют вероятность. Для неинтерпретированных

---

[6] Г.И.Рузавин. Логическая вероятность и индуктивные выводы «Вопросы философии», 1967, № 4, ср. 113.

систем не имеет смысла рассматривать проблему объективности вероятности, поскольку такая абстрактная система не предопределяет еще конкретного выбора количественной меры вероятности. Вопрос об объективности или субъективности логической вероятности встает во всей остроте, когда строится та или иная интерпретация логической вероятности.

Г.Рейхенбахом была построена частотная интерпретация логической вероятности[7]. Вероятность он рассматривает как истинностное значение высказывания и называет его «весомостью» высказывания. В конечном счете «весомость» высказывания сводится к частотному значению высказывания в некоторой пропозициональной последовательности высказываний. Нетрудно увидеть, что интерпретация логической вероятности Г. Рейхенбахом оказывается изоморфной объектной интерпретации[8].

Однако интерпретация логической вероятности Рейхенбахом не является единственно возможной. В современной литературе в понятии «логической вероятности» обычно объединяются все вероятности, описываемые в различных системах вероятностной логики. С точки зрения нашей классификации их можно разделить на два типа вероятностей W_2 и W_3.

* * *

W_3 (импликативная вероятность). Особое место в интерпретациях логической вероятности занимает концепция Р. Карнапа[9]. В теории Карнапа вероятность выражает логическое отношение между гипотезой *h* и свидетельством *e.*

---

[7] См: H.Reichenbach. The Theory of Probability. Berklev-Los Angeles, 1949.

[8] См. Г.И.Рузавин. Вероятностная логика и ее роль в научном: исследовании. В кн. «Проблемы логики научного познания, М., 1964.

[9] R.Carnap. Logical Foundation of Probability. Chicago, 1951.

Количественно понятие вероятности эксплицируется на основе понятия «степень подтверждения». Эта степень подтверждения вычисляется с помощью некоторой методики, учитывающей лишь логические свойства высказываний *h* и *e* в некотором объектном языке. Получив, например, степень подтверждения гипотезы, равную 0,7, мы не имеем права трактовать эту вероятность как степень истинности гипотезы *h*, поскольку это число выражает лишь логическое отношение между свидетельством *e* и утверждением *h* в некотором объектном языке. В принципе этот объектный язык может быть искусственно построенной языковой системой или же эмпирическим описанием.

Поскольку степень подтверждения гипотезы не определяется ее истинностью, то это обстоятельство усложняет весь анализ концепции Р. Карнапа с точки зрения оценки ее объективности. Одни авторы считают эту концепцию объективной (по-видимому, так считает и сам Карнап), другие (например, Мизес) считают ее субъективной. По нашему мнению, понятия «объективное» и «субъективное» в строгом смысле неприменимы (или некорректны) в отношении концепции Р. Карнапа, как они неприменимы к аксиомам чистой математики.

Допустим, что на основе некоторого свидетельства степень подтверждения гипотезы равна 1. Означает ли это, что данная гипотеза истинна. Отнюдь нет. Ведь свидетельство в принципе может быть ложным. Аналогично, из степени подтверждения, равной 0, отнюдь не следует отрицания гипотезы. Между 0 и 1 расположены все степени логической вероятности, которые относятся не к событиям, не к степеням истинности, а выражают лишь логическое отношение между высказываниями. Логическая вероятность в этом случае имеет значение, аналогичное операции логической импликации, чем оправдывается термин «импликативная вероятность».

Однако подобная вероятность может стать объективной или субъективной мерой в зависимости от способов ее приложения к различным объектам. Если концепция импликативной вероятности применяется только для оценки логических отношений между высказываниями и не более того (то есть этой вероятности не придается смысл степени истинности), то объектом логического исследования является некоторая языковая система (объектный язык). Под объективной вероятностью тогда можно было бы понимать такую вероятность, которая приписывает отношениям между высказываниями именно те значения, которые действительно существуют между высказываниями в исследуемом объектном языке. Однако если объектный язык обладает фиксированными формальнологическими свойствами, то значения вероятностей фактически получаются почти автоматически на основе некоторой процедуры расчета (при желании этот расчет можно произвести на вычислительной машине). Ошибки в расчете могут быть связаны лишь с нарушением правил вычисления степеней подтверждения. Поскольку в вычислениях учитываются лишь формальнологические свойства высказываний и отвлекаются от их содержательного аспекта, то здесь скорее приходится говорить не об объективности, а о логической правильности расчета вероятностей. Подобный логический анализ позволяет упорядочить способ наших рассуждений, сделать явными те логические связи, которые в объектном языке представлены неявно.

Однако теория Карнапа может иметь и более широкое применение, если ее понимать именно как теорию индуктивного подтверждения гипотез на основе некоторых эмпирических свидетельств. Естественно, что в этом случае нужно учитывать содержательный аспект высказываний и рассматривать свидетельства как истинные или ложные. Такой возможности не отрицает ч сам Р. Карнап, считая,

что впоследствии его концепция логической вероятности может быть применена в физике. О понятии логической вероятности Р. Карнап пишет: «Оно особенно полезно в метанаучных высказываниях, то есть высказываниях о науке. Мы говорим ученому: «Вы заявляете мне, что я могу положиться на этот закон, делая некоторые предсказания. Как надежно установлен закон? В какой мере заслуживает доверия предсказание?» Сегодня ученый может ответить или не ответить на метанаучный вопрос такого рода в количественных терминах. Но я уверен, что как только индуктивная логика будет достаточно развита, он сможет ответить: «Эта гипотеза подтверждается в степени 0,8 на основе известных свидетельств»[10].

Если мы попытаемся сделать действительный выбор гипотезы на основе некоторых свидетельств, то импликативную вероятность нельзя уже рассматривать только лишь как аналитическое высказывание, не имеющее отношения к фактам. В этом случае степень подтверждения гипотезы приобретает характер оценки «степени доверия» к гипотезе или степени истинности гипотезы. И тогда эта оценка может быть в большей или меньшей степени объективной в зависимости от того, насколько адекватно объектный язык описывает эмпирическую ситуацию. Если на основе некоторого круга свидетельств гипотеза о существовании Атлантиды имеет вероятность 0,7, а на основе более полной информации (то есть более широкого круга свидетельств) эта вероятность равна 0,8, то вторую оценку мы будем считать более объективной (при условии, конечно, что свидетельства являются истинными). При этом импликативная вероятность будет характеризовать степень истинности гипотезы не непосредственно в отношении к событиям, а в отношении к некоторому кругу знаний, из кото-

[10] Р.Карнап. Философские основания физики. М., 1971, стр. 79.

рого эта гипотеза выводится.

В первом приложении концепция Р.Карнапа имеет значение теории логического подтверждения гипотез, во втором приложении – значение теории индуктивного (эмпирического) подтверждения гипотез.

* * *

W_4 *(аксиологическая вероятность*). В последние годы в зарубежной литературе широко обсуждается так называемая «субъективная» вероятность, которая трактуется как степень доверия, степень рациональной (разумной) веры, степень полезности или предпочтения и т. п. «Субъективная» вероятность обычно связывается с деятельностью субъекта в различных ситуациях и рассматривается как некоторое основание для выбора тех или иных решений, действий.

Характерная особенность подобного подхода к вероятности состоит в том, что здесь характеризуются не события сами по себе, а некоторые оценки объективных ситуаций с точки зрения полезности каких-либо действий субъекта. Сэвидж рассматривает концепцию «субъективной» вероятности как теорию предпочтений, на основе которой субъект максимизирует ожидаемую полезность своих действий[11]. Таким образом, концепция «субъективной» вероятности представляет собой некоторую количественную нормативную теорию, а вероятность рассматривается как некоторый вид опенки событий. Поскольку термин «субъективное» связан с определенными философскими установками, мы считаем, что термин «аксиологическая вероятность» более приемлем для характеристики рассматриваемой концепции.

---

[11] L. J. Savage. Difficulties in the Theory of Personal Probability. Philosophy of Science, vol. 34, № 4, 1957.

На первый взгляд кажется, что здесь мы имеем дело с субъективным подходом к вероятности. Однако в истории науки известны факты, когда за внешне неуклюжей, порой некритически заимствованной из какой-либо модной философии, формой изложения скрывались весьма ценные объективные идеи и гипотезы. Поэтому попытаемся прежде всего выявить рациональный смысл, вкладываемый в подобную концепцию вероятности.

Первая и главная задача рассматриваемой концепции состоит в нахождении способа приписывания различным оценкам количественных «весов» или, как говорят, в их рациональном «шкалировании». Как отмечает У. Моррис, «требуется большая осторожность, когда мы беремся за программу, целью которой является исключение «субъективных суждений» и нахождение способа их «*объективизации*»[12].

Рамсей, например, пытается определить степень веры через «ставочное» поведение субъекта в процессе заключения пари, которое дает возможность предпочесть одни действия другим[33 13]. Де Финетти также указывает, что структура пари, которое может заключить субъект относительно наступления некоторого события, является основополагающей для измерения степеней доверия[14].

На выдвижение ставок накладывается некоторое ограничение, делающее концепцию аксиологической вероятности логически непротиворечивой. Логически допустимыми считаются не любые ставки, а *когерентные.* Условие когерентности можно пояснить на следующем примере.

Оценим вероятность события *A,* состоящего в том, что

---

[12] У. Моррис. Ук. раб., стр. 41.

[13] F.P.Ramsay. Truth and Probability. “Studies in Subjective Probability”, N.Y., 1964.

[14] B. de Finetti. Foresight: its Logical Laws, its Subjective Sources. “Studies in Subjective Probability”. N. Y., 1964.

лето будет дождливое, и события *B,* состоящего в том, что лето будет засушливое. Поскольку мы можем отдать одинаковые предпочтения как событию А, так и событию В, то вероятность каждого из них можно положить равной 0,5.. Сравним теперь событие *C,* состоящее в том, что летом будут бури, и событие В. Рассуждая по аналогии, можно предположить вероятность события *C* равной 0,5. Но тогда вероятность сложного события (*A* + *B* + *C*), состоящего в том, что осуществится хотя бы одно из событий *A, B* или *C,* будет равна 1,5, что явно противоречит всем правилам расчета вероятностей. Поэтому на расчет вероятностей, трактуемых как степени веры, накладывается условие когерентности, делающее возможным применение обычных правил теории вероятности. По существу, в теории допускаются не любые степени веры, а степени веры рационализированного или, лучше сказать, идеально возможного субъекта. Однако согласие концепции аксиологической вероятности с аксиомами обычной теории вероятности еще не делает эту концепцию ни объективной, ни субъективной, но лишь логически непротиворечивой.

Различные субъекты, соблюдая условие когерентности, могут делать все же неодинаковые ставки относительно одних и тех же ситуаций. Для уяснения процедуры определения ставок особо важное значение имеет понятие класса *эквивалентных* событий, которое вводит де Финетти[15]. Фактически правильный выбор ставок возможен не для любых событий, а для эквивалентных событий.

Рассмотрим последовательность бросаний неправильной монеты, где в серии из *n* бросаний реализуется *r* выпадений «герба» и *s* выпадений «решки». В принципе вероятность *r* выпадений «герба» в серии из *n* бросаний мо-

[15] B. de Finetti. Foresight its. Logical Laws, tts Subjective Sources. “Studies in Subjective Probability”. N. Y., 1964.

жет зависеть либо от последовательности бросков, либо от некоторых внешних условий. Поэтому можно предположить, что одни и те же события, состоящие в выпадении «гербов» из общего числа *n* бросаний, будут в разных сериях иметь неодинаковую вероятность. И, естественно, разные субъекты будут рассматривать одни и те же события для различных совокупностей как неэквивалентные. Наоборот, если события удовлетворяют условию эквивалентности, то это значит, что вероятности этих событий в различных опытах одинаковы и не зависят от последовательности реализуемых результатов. Так, если мы интересуемся вероятностью события, состоящего в том, что первые *n* бросков дадут *n* выпадений «герба», то для эквивалентных событий эта вероятность зависит только от общего числа членов исследуемой совокупности и не зависит от того, какую совокупность для оценки мы выбрали.

Отсюда вытекает возможность сравнения ставок для событий, имеющих даже различную природу. Можно сравнивать, например, ставки в игре в «орлянку» со ставками в игре в некоторую лотерею. Если события различной природы эквивалентны, то это значит, что вероятность интенсирующего нас исхода зависит только от общего числа г «благоприятных» и s «неблагоприятных» для нас исходов. Различные субъекты имея дело с эквивалентными событиями, будут одинаково оценивать их вероятность.

Существуют и другие способы шкалирования оценки. Фон Нейманом и Моргенштерном для этих целей была предложена идея базисного эксперимента. Суть этой идеи кратко сводится к следующему. Пусть некоторому субъекту требуется принять решение относительно события *A,* которое в случае реализации принесет ему большой доход и не принесет дохода в случае нереализации. Для количественной опенки вероятности и наступлении события *A* можно предложим, базисным эксперимент с эталонной

лотереей, имеющей V возможных походов. Будем предлагать этому субъекту равное количество билетов нашей лотереи, до тех нор, пока, не найдем такое число *x* билетов, при котором ему безразлично, что выбрать: контракт относительно реализации события *A* или *x* билетов нашей лотереи. Если два события (событие *A* и выбор *x* билетов эталонной лотереи) эквивалентны, то вероятность события *A* будет равна *x/N*.

Интересный и не менее рациональный метод определения аксиологических вероятностей на основе экспертных оценок рассматривается В. М. Глушковым[16]. Этот метод предназначен для прогнозирования и планирования самых разнообразных событий: в области техники, экономики, научных исследований и т. д.

Допустим, что требуется оценить вероятность некоторого события О и время его реализации. Сначала выявляется сеть событий, связанная с реализацией события *Q*. Эта сеть событий определяется экспертами, разбивается на слои. События, входящие в первый слой, представляют исходные условия реализации событий, входящих во второй слой, и т. д. до реализации оцениваемого события *Q*. Для каждого слоя г, реализуемого к моменту времени t_1, на основе экспертных оценок находится распределение вероятностей соответствующих событий.

Для «объективирования» оценок применяется следующая методика. Во-первых, оценка каждого эксперта входит в общую усредненную оценку с определенным «весом», зависящим от степени квалификации эксперта. «Вес» эксперта тем ниже, чем больше его мнение отклоняется от средней оценки. Во-вторых, в систему экспертизы вводится обратная связь, ставящая «вес» эксперта в зависимость от

---

[16] В.М.Глушков. О прогнозировании на основе экспертных оценок. «Кибернетика», 1969, № 2.

правильности его предсказываний. Чем чаще ошибается эксперт, тем меньше становится его «вес», так что постепенно мнение неквалифицированного эксперта элиминируется.

Концепция аксиологической вероятности расширяет значительно возможности применения теории вероятностей, в частности, эта концепция применима и для оценки единичных явлений.

Различие между двумя типами вероятности, одна из которых описывает отношения между событиями, а другая – сценку этих событий в смысле предпочтения одних перед другими, удобно пояснить на следующей аналогии. Допустим» нас интересует стоимость и цена вещи. Стоимость есть нечто принадлежащее веши самой по себе. Величина стоимости вещи выражаемся общественно необходимым трудом, затраченным на ее производство. Выявление этой величины аналогично выявлению вероятности, характеризующей непосредственно сами события.

Цена же зависит как от стоимости вещи, так и от условий спроса и предложения, рыночной конъюнктуры и т. п. В общем случае цена не совпадает со стоимостью. Тогда выявление (или описание) цен можно сравнить с выбором количественных мер аксиологической вероятности. Как описание экономических цен, установившихся на некотором рынке, не содержит в себе ничего субъективного (если, конечно, такое описание адекватно реально существующему распределению цен), так и методика оценок с помощью аксиологической вероятности различных объективных ситуаций в принципе не содержит в себе ничего порочного, принципиально субъективистского Объективность и субъективность аксиологической вероятности вытекают не из самой концепции, но лишь из степени адекватности ее приложения. Как и достоверное нормативное знание, в°роятностное нормативное знание может давать адекват-

ное отражение реальных ценностей.

Хотя концепция аксиологической вероятности находится еще в стадии становления, многие предсказывают ей довольно широкую сферу применения. По-видимому, преимущества такой концепции раскрываются при планировании деятельности субъекта в условиях неопределенности, при выборе им оптимальной стратегии поведения, при анализе деятельности в условиях конфликта и т. п. Для решения подобных проблем сейчас широко применяются теория статистических решений, исследование операций, теория игр. Особо важное значение здесь приобретает байесовский подход в статистике[17].

При байесовском подходе базисными понятиями являются понятия априорной вероятности (или априорного распределения) и апостериорной вероятности (или апостериорного распределения). Априорная вероятность вычисляется обычно на основе некоторых соображений предпочтительности, аналогичных рассмотренным выше вариантам определения аксиологической вероятности. Апостериорная вероятность вычисляется на основе дополнительных наблюдаемых фактов. Элемент субъективности, связанный с выбором априорной вероятности, постепенно элиминируется процедурой корректирования априорной вероятности на основе получаемых апостериорных свидетельств. Поэтому разные субъекты, исходя из неодинаковых априорных вероятностей и применяя байесовскую процедуру расчета, в конечном итоге будут приходить к одинаковым вероятностным распределениям.

Идея вероятности прошла долгий путь развития, прежде чем прочно войти в арсенал научных понятий. Эволюция понятия вероятности весьма удивительна и поучительна.

---

[17] D.V.Lind1ey. Jntroduction to probability and statistics from, a Bayesian viewpoint, Cambridge, 1965.

На первых порах эта идея была отягощена весьма сомнительными субъективно-философскими обоснованиями, что препятствовало распространению вероятностной точки зрения в естествознании. Вхождение в естествознание потребовало «очищения» понятия вероятности от аксиологических ассоциаций и частично логических, связанных с представлениями о проблематичности суждения, неполноте знания. Однако затем это понятие прочно утвердилось не только в естествознании, но и в логике, везде принося с собой более диалектический взгляд на законы природы и формы нашего мышления. Теперь же мы являемся свидетелями того, как идея вероятности делает количественно выразимыми наши представления о ценностях, полезностях, предпочтениях. Очистившись от «человеческого», через ряд отрицаний идея вероятности вновь обратилась к «человеческому», но на этот раз на объективной основе.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИЧЕСКОГО И ХИМИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

Р. О. КУРБАНОВ, Ф. М. ЭФЕНДИЕВ

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ДВИЖЕНИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ (ДРЕВНЕГРЕЧЕСКАЯ ФИЛОСОФИЯ)

Историко-философский анализ основных понятий физической науки имеет огромное значение для выявления процесса их становления в научном мышлении. Такой анализ, как правило, показывает, что эти понятия, первоначально зародившись в недрах философии древности, затем переносились в уже развитой форме в живую ткань научных теорий. Это особенно ярко проявляется при анализе становления и эволюции представлений о движении и взаимодействии материальных объектов в истории древнегреческой философии.

Первые философы античного мира Фалес, Анакспмандр, Анаксимен фактически были единственными представителями теоретического знания своего времени. «Называем ли мы их философами или естествоиспытателями – не имеет существенного значения, так как на данном этапе вообще невозможно проводить различие между греческой философией и естествознанием»[1]. Согласно их учениям все космические изменения объясняются не вмешательством богов, а вечным движением материи. Боги не принимают никакого участия ни в возникновении, ни в развитии, ни. в уничтожении бесчисленных миров, единой и бесконечной вселенной.Милетские философы искали в многообразии

[1] Benjamin Farrington. Science in antiquity. London, 1936, p. 40.

вещей некое единое первоначало. Начало – это то, из чего все вещи возникают и во что они, уничтожаясь, разрешаются, что лежит в основе их бытия. Будучи причиной всеобщего возникновения и уничтожения, начало, находясь в вечном движении, порождает из себя бесконечное многообразие всего существующего. Ранние философы объясняли явления природы, исходя из признания такого рода единого материального начала. Этим единым началом они считали либо воду (Фалес), либо беспредельную, неопределенную материю («апейрон» – Анакси мандр), либо воздух (Анаксимен). Взяв в качестве первоначала материальные стихии, эти философы произвели подлинную революцию в мировоззрении. Отбросив персонификацию природных явлений, они совершили переход от религиозно-мифологического представления к теоретическому мышлению. Это означало создание новой картины мира, в которой явления объясняются их естественной причинной обусловленностью.

С именами милетских мыслителей, которые впервые представили мир как сложный механизм действующий согласно- внутренним закономерностям, которые необходимо раскрыть. Их поиски естественных причин происходящих процессов и стремление рационально обосновать свои утверждения имело огромное значение для последующего развития науки. Причем они выработали два важнейших научных принципа – «принцип сохранения и принцип простоты, на которых зиждется современная наука»[2].

Милетцы утверждали, что при соответствующих условиях любой вид материи может быть приведен в твердое, газообразное, жидкое состояния. В качестве основных видов превращения считались сгущение и разрежение. Анаксимандр, проводивший идею единства и борьбы про-

[2] S.Sambursky. The physical world of the greeks. London, 1936, p. 6.

тивоположностей считал, что мир находится в состоянии постоянного конфликта противоборствующих сил, стремящихся к преобладанию друг над другом. Но апейрон– источник всех вещей и всеобщий закон справедливости – поддерживает в мире принцип равновесия, симметрии и равноправия. Под давлением правосудия равного для всех, противоположности каждый раз координируются, уравновешиваются и составляют единое и противоборствующее внутри себя целое. В нарисованной Анаксимандро.д напряженном ритме жизни все вещи возникают и в роковой борьбе погибают. Необходимо отметить, что материализм милетских философов был непоследователен. Они не смогли до конца изжить мифологические представления. Их философия унаследовала от мифологии некие «родимые пятна» (гилозоизм, антропорфизм, анимизм и т. д.).

Будучи в сущности материалистами милетцы наивно сводили идеальное к материальному. Они приписывали Способность ощущения и мышления всем формам материи, то есть они придерживались гилозоизма, согласно которому жизнь и следовательно, чувствительность присущи всем вещам в природе Б действительности же в ясно выраженной форме ощущения связаны с определенными процессами в органической материи. В центре внимания милетцев природа некое оживотворенное, одушевленное и в какой-то степени обожествленное деятельное и активное первоначало всего сущего. Они считали, что природные тела должны иметь душу, ибо в те времена душа понималась прежде всего как источник жизни, подвижности, свойственной одушевленному. Благодаря тому, что субстанцию мира милетцы считали органической и бессмертной, у них еще не поднимался вопрос о возможном источнике движения. Мысля природу активной, деятельной, живой, милетцы не нуждались в измышлении особых сил, особых движущих причин.

Только лишь на более поздней стадии развития философского мышления, когда в качестве пеовоначал брались не живые, неодушевленные объекты, мог возникнуть вопрос о внешней причине движения. В возникновении концепции динамической каузальности важную роль сыграла реакция на элеатское мышление, на философию Парменида, учение которого представляет поворотный момент в развитии античной мысли. «Без преувеличения можно утверждать, что именно оно определило направление всей греческой философии вплоть до времен Аристотеля»[3]. Значение Парменида главным образом объясняется тем, что он первым заложил основание теории познания. В основном его занимала проблема соотношения мышления и чувственности. Однако неверное понимание этого соотношения привело его к диаметрально противоположному по сравнению с милетцами взгляду на природу. Изменчивые и многообразные явления природы Парменид считал предметом ложных «мнений». Существующим «поистине» он признал лишь неизменное неподвижное и единое «бытие» Это бытие, согласно его учению, не возникает, не уничтожается и не изменяется. Мир есть бесконечная, неподвижная и непрерывная среда, для которой движение, изменение, становление и уничтожение не существуют.

Таким образом, в противовес учению милетских материалистов о вечном движении материи Паоменид учил, что бытие неподвижно. Поэтому необходимо было оставить веру в исключительную целостность, неделимость бытия. Кроме того должно было найти объяснение изменение составных частей бытия и движение этих частей. Движение, до этого времени считавшееся само собой разумеющейся характеристикой, врожденным свойством природных тел, стало объектом серьезного философского анализа. В то

[3] Z.Taran. Parmenides.. New Jork, 1953, p.3

время как Парменид вообще отрицал возможность движения, его противникам необходимо было объяснить его происхождение. Против ошибочных представлений элеатов выступил Гераклит Эфесский, «которого уже можно считать первым вполне последовательным динамистом, хотя ему следовало бы понять причину движения иначе»[4].

Учение Гераклита является одним из самых ранних диалектических представлений о природе. Согласно этому учению, многие вещи на первый взгляд кажутся неизменными, неподвижными, устойчивыми, на самом деле они содержат противоборствующие, антагонистические силы, тенденции. В отличие от мира Парменида мир Гераклита – это мир вечного возникновения и гибели, мир непрекращающегося ни на мгновение движения и изменения: в нем все вещи и все их свойства относительны, преходящи, текучи, все течет, все изменяется, нет ничего неподвижного. Он выбрал такое «первоначало», которое само по себе не нуждалось во внешней силе движения. Субстанция представлялась древним грекам наиболее тонкой, легкой и подвижной. Гениальность выбора Гераклита была в том, что его «огонь» в качестве субстанции олицетворял собой самодвижение, постоянное беспокойство и изменение. Огонь неотделим от горения, материя – от движения. По Гераклиту, путем сгущения из огня появляются все вещи и путем разряжения в него возвращаются. Как известно, Гераклит в своей философии большое значение придавал единству противоположностей. Закономерность расхождения, борьбы и соединения противоположностей он называл «всеобщим Логосом». «Поэтому его огонь должно быть отождествлен с Логосом и мерой»[5].

Проблема движения, с остротой поставленная, с одной

---

[4] П.Таннери. Первые шаги древнегреческой науки. Пр , 1902, стр. 271.
[5] Ze Eders. S. V. D. Aristotle's Theory of One. Assen, I960, p. 37.

стороны, Гераклитом, с другой, элеатами, находилась в фокусе внимания греческих мыслителей V в. до н. э. Эта проблема представляла существенные трудности для концепции мироздания, с особенной остротой вставал вопрос об источнике движения.

Необходимо отметить, что «учение Парменида о неподвижной, неизменной реальности приводило различными путями к более отчетливо выраженному представлению о причине изменения и движения»[6]. Именно под влиянием этого учения первоначальные интуитивные догадки о внутренней активности материи уступили место представлениям об инертности тел, для приведения в движения которых требуются какие-то внешние силы. Как мы уже отметили, первые философы не ставили вопроса о движущей причине. Они не чувствовали особого затруднения относительно первоначальной причины движения. Согласно их воззрениям, как мы уже отметили, божественная и бессмертная субстанция мира давала жизнь отдельным вещам. «Однако как только впоследствии
эта субстанция была сведена на уровень физических тел, требующих для своего движения действие внешней причины, и арену вступило множество различных сил»[7].

Впервые в греческом мышлении сила в качестве регулирующего (упорядочивающего) фактора природы встречается в учениях Анаксагора о нусе и Эмпедокла о «любви» и «вражде». Эти начала будучи причинами движения интерпретируются как «силы», хотя они не считаются «невещественными». Согласно Анаксагору и Эмпедоклу, эти силы простираются в пространстве и являются материальными. Оригинальность в их учении заключается в проведении различий между силой и материей, а не в том, что

---

[6] D.O.Brien. Empedocle's Cosmic Cycle. Cambridge, 1969, p 245
[7] F.M.Cornford. Plato's Cosmology. New-York, 1957, p. 108.

эти силы, согласно их воззрениям, являются определенного рода материальными началами деятельной природы, в отличие от пассивной, приводимой ею в действие материи[8].

Эмпедоклу мы обязаны важнейшим вкладом в основания науки: концепцией зависимости явлений от универсальных сил, действующих в космосе. Именно он впервые отделил силу от материи. Анаксагор сделал дальнейший шаг вперед, введя в науку идею первичного толчка. Он был первым мыслителем, попытавшимся сформулировать физические закономерности, лежащие в основе наблюдаемых явлений. Поэтому его называют «родоначальником физической науки»[9].

Для объяснения «становления» и «изменения» Анаксагор допустил наличие отдельной движущей силы, внешней по отношению к материи, некоторого рода миросозидающего начала действующего как сила, как динамический упорядочивающий фактор во Вселенной. Материя мыслится сама по себе пассивной, инертной, движение привходит к ней извне, от особой силы нуса. По свидетельству Аристотеля, Анаксагор считал, что «...разум находится, подобно тому, как в живых существах, также и в природе, и что он – виновник благоустройства мира и всего мирового порядка»[10]. Грубая материя до вступления в действие нуса неорганизована и неподвижна, но ум «вдруг начал действовать, связал воедино все, находившееся раньше в беспорядке»[11], тем самым произвел движение. Анаксагор видел в воздухе и эфире формы первичного хаоса до воздействия нуса. Он учит, что в природе и человеке нус есть

---

[8] Sambursky. The Physical World of the greeks, p. l6.

[9] D.A.Greenberg. D.E. Gerhanson. Anaxogoras and Birth of physics New-York, 1964, p. 6.

[10] И.Д.Рожанский. Проблема движения и развития в учении Анаксагора. УФН, т. 95, вып. 2, 1968, стр. 335.

[11] Аристотель. Метафизика. М.-JI., 1934, 984–*в* 14-985, – 19 – стр. 25.

причина устройства и порядка. Однако пока это есть дух, противопоставляемый материи. Его нус является тончайшим, неуловимым основанием всех вещей, представленным в чувственной форме. Так что представление Анаксагора о силе как о нусе имеет признаки, присущие телесной субстанции. У него сила - некоторый вид жидкого вещества, хотя и отличный от всех других материальных вещей. Подобные же представления имеются в эмнедокловой концепции силы. Согласно Анаксагору, ощущение является результатом взаимодействия между органами чувств и ощущаемым объектом, взаимодействия между материей, из которой составлен орган чувства, и материей воспринимаемого объекта. Это взаимодействие в живом организме вызывает определенное раздражение. Осознав это, Анаксагор приступил к исследованию тех условий, при наличии которых одно тело в состоянии вызывать физические изменения в другом. В качестве отправной точки Анаксагор исходил из общеизвестного факта, что два тела, имеющие одни и те же свойства, во всех отношениях не оказывают друг на друга заметного действия при приведении во взаимное соприкосновение. На основе своих многочисленных наблюдений он выработал всеобщий закон физики о взаимодействии материн, согласно которому «взаимодействия, приводящие к наблюдаемым изменениям, могут происходить только лишь между такими телами, у которых состояния отличаются в каком-нибудь отношении»[12].

Под влиянием критики Парменидом натурфилософских представлений первых греческих философов о генезисе вещей Эмпедокл пришел к выводу, что мировые процессы нельзя объяснить превращением первоначала во все вещи и всех вещей в первоначало, а надо понимать эти процессы

[12] D. A. Creenberg, D.E.Gerhanson, Anaxogoras end Birth of physics, p. p. 26-27.

как соединение в разъединении этих начал. За основу природных явлений им принималось четыре материальных начала, четыре «корня»: огонь, воздух, вода и земля. Каждое тело, по Эмпедоклу, состоит из сочетаний этих четырех элементов. «Корни» Эмпедокла делимы до бесконечности и сплошь заполняют пространство: они пассивны и приводятся в движение двумя антагонистическими материальными силами – «любовью» и «враждою». Эти «корни» существуют вечно, а возникают, изменяются и уничтожаются лишь их сочетания – явления природы. «Рождение», «уничтожение», «соединение» и «распад» объясняются действием этих сил.

Представления о движении и взаимодействии нашли свое дальнейшее развитие в учениях древнегреческих атомистов. Будучи заняты открытием универсально приемлемых понятий, греки не могли пренебречь следующим парадоксом: познание мира неосуществимо без существования некоторой неизменной реальности. С другой стороны, реальный мир нельзя представить себе без движения, без изменения. Предположение Парменида о том, что изменение иллюзорно, приводило к противоречиям. В свое время, желая решить эти противоречия, Гераклит предположил, что вся природа – от мельчайших частиц до величайших тел – находится в вечном и неустанном движении. Однако каким же образом возможно получение знаний о вещах, которые вечно изменяются? Для разрешения этого противоречия греческого мышления в познании окружающего мира атомисты вместо изменения в самих вещах (атомах) допустили изменения между вещами (атомами), которые сами по себе неизменны и вечны.

Целый ряд наблюдений испарения и конденсации жидкостей, распространения запахов, постепенного стирания твердых тел и т. д. давали прямые указания в пользу того, что отдельные, не поддающиеся наблюдению частицы ве-

щества являются объективными носителями основных его свойств (запах, вкус, цвет) и в то же время безотносительно к органам чувств характеризуются определенными качествами. Эти же наблюдения показали существование прямой связи между изменениями вещей и движением их частиц. На основании таких наблюдений древнегреческий философ Левкипп выдвинул учение об атомах, понимаемых им как неделимые материальные частицы. Философская система Левкиппа имела своим исходным пунктом элейское учение о невозможности возникновения и уничтожения сущего[13]. «Учение Левкиппа об атоме и пустоте явилось наилучшим разрешением проблемы строения материи в античной науке того времени»[14]. Приняв атомистическим учение Левкиппа для объяснения природных явлений, Демокрит, которого Маркс и Энгельс называли «эмпирическим естествоиспытателем и первым энциклопедическим умом среди греков...»[15], возглавил борьбу материалистов V века до н. э. с идеализмом и религией.

Демокрит, как и Парменид, различал существование «по истине» и «по мнению». Согласно его взглядам, «по истине» существуют только атомы и пустота. На основе этого предположения Демокрит пытался свести все многообразие и все изменения, свойств материи к сравнительно небольшому числу фундаментальных свойств и закономерностей элементарных сущностей, неделимых атомов. «Классическая физика, фундаментом которой является классическая механика, есть не что иное, как попытка осуществления именно этой программы «сведения»[16].

Вполне естественно, что на первой стадии развития ато-

---

[13] Л.О.Маковельский. Древние греческие атомисты. Баку, 1946, стр. 25.
[14] B. Farrington. Science In Antiqnity, p.81.
[15] К.Маркс и Ф.Энгельс. Соч., т. 3, стр. 126.
[16] Max Jammer. The conceptual Development of quantum mechanics. London, 1966, p. 379.

мистика сводила эти элементарные свойства к геометрическим и механическим. Атомы Демокрита наделены двумя существенными качествами: протяженностью (формой и величиной) и движением (в чисто механическом смысле). Энгельс указывал, что «всякое движение связано с каким-нибудь перемещением»[17], которое, хотя и не исчерпывает природы соответствующего движения, но неотделимо от него, и эта самая простая, низшая форма движения материи легла в основу натурфилософии древнегреческих атомистов. Оно и понятно, ибо «в историческом развитии естествознания, – как пишет Энгельс, – раньше всего разрабатывается теория простого перемещения, механика небесных тел и земных масс...»[18].

Согласно Демокриту, движение неотделимо от материи. Движение атомов он понимал как не имеющее начало во времени, но существующее вечно. Таким образом, природу Демокрит пытался объяснить ею самой. В его атомистическом учении нет места для сверхъестественного. «Атомистика вообще противопоставляет себя представлению о сотворении мира и сохранении мира силою чуждого существа. Естествознание впервые чувствует себя в атомистике освобожденным от необходимости указать основание существования мира»[19]. Демокрит считал, что различие в форме атомов, а также в их количестве и пространственном сочетании определяет в принципе все многообразие свойств вещей, а перемещение неделимых и неразрушимых по своей природе частиц – все многообразие явлений, происходящих в природе.

Одной из существенных особенностей атомизма древности было противопоставление неизменных атомов пу-

---

[17] К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 392.
[18] Там же, стр. 392.
[19] Гегель. Соч., т. 9. М,, 1932, стр. 372.

стому пространству. Эта особенность подчеркивала объективный характер пространства и движения, но в то же время отражала метафизические представления о пространстве и времени, характерные, правда, для всей последующей истории физики, вплоть до начала XX века. Демокриту потребовалось представление о пустом пространстве для того, чтобы атомы могли различным образом соединиться и разъединиться при образовании и взаимодействии тел. Пустое пространство в системе Демокрита является необходимым объективным условием движения материи.

Согласно Демокриту, атомы движутся в пространстве, перемещаясь через пустоту, которая уступает им место и не оказывает им сопротивления[20]. Двигаясь в пустом пространстве, атомы действуют на других и подвергаются воздействию. Пустое пространство – вместилище тел является внешним, безразличным протекающим внутри него взаимодействиям, движениям атомов.

К основным понятиям атомной теории относятся, кроме понятия об атомах, и их взаимодействия. В сущности, уже первое разграничение бытия (атомов) и небытия (пустого пространства) как физических реальностей включало представление о взаимодействии тел, обладающих бытием. Таким образом, у Демокрита пространство, заполненное материей, т. е. тело, отличается от пустого, незаполненного пространства способностью воздействовать на другие тела и претерпевать их воздействие[21]. Таким образом, мы находим у Демокрита зачаточную форму очень важной идеи – представления о непрерывной связи между бытием тела и его взаимодействием с другими телами.

---

[20] Демокрит в его фрагментах и свидетельствах древности. М., 1935, стр. 46

[21] В.Г.Кузнецов и И.Б.Погребысский. Французская наука и современная физика. М, 1967, стр. 19.

Вследствие столкновений атомы сцепляются друг с другом, из чего возникает все то, что есть и что ощущается. Демокрит отождествлял всякую причину движения с механическим столкновением, силу внешнего толчка он называл «ударом». С тех пор механическое представление о природе оперирует «ударом» как универсальной формой взаимодействия тел. Надо отметить, что, согласно Демокриту, друг с другом могут взаимодействовать только те вещи, которые имеют в себе нечто тождественное «...по его учению невозможно, чтобы нетождественные вещи испытывали воздействие друг на друга, но если даже различные вещи действуют одна на другую, то они действуют, не поскольку они различны, но поскольку в них есть что-нибудь тождественное...»[22]. Для объяснения всех превращений вещества Демокрит привлекал столкновение и вихри. Согласно его учению, они осуществляются в процессе простого перемешивания бесконечного числа атомов различной величины, лишенных каких-либо возможностей превращения и наделенных извечным механическим движением.

Выдающееся значение в истории античной науки имели космологические идеи Демокрита, основанные на атомистической теории строения материи и пронизанные стихийной диалектикой. Возникновение и уничтожение бесчисленных миров, образующих вселенную, все изменения, происходящие в природе, согласно его взглядам, сводятся к различным сочетаниям–соединениям и разъединениям атомов, движущихся в пустоте и подчиняющихся природной необходимости. В бесконечном космическом пространстве вечно движущиеся сами собой атомы, сталкиваются, отталкиваются друг от друга и образуют атомный вихрь, вовлекающий в себя все новые и новые атомы.

[22] Демокрит в его фрагментах и свидетельствах древности, стр. 164.

Атомные вихри, возникающие в различных местах Вселенной, образуют бесчисленные миры. Сначала образуется внешняя оболочка, отделяющая возникающий мир от остальных частей Вселенной. Затем появляется различие между центром образующегося мира и его периферией. Силой вихря подобные атомы соединяются с подобными им, возникают земля, вода, воздух и огонь, из которых формируется мир. В образовавшемся мире всякое тело всегда стремится к центру вследствие своей тяжести. Признавая Вселенную бесконечной и вечной, Демокрит учил о бесчисленности миров, об их вечном возникновении, развитии и уничтожении.

Исходным принципом теории познания Демокрита, а также его последователей было признание воздействия материальных вещей на органы чувств. С поверхности предметов, говорил он, отделяются тончайшие источники – их образы, сохраняющие соответствующее положение и порядок, которые они имели и в плотных телах. Они воздействуют на воздух, находящийся перед глазами человека, позволяют последнему видеть эти предметы. Подобным же образом возникают слуховые, обонятельные и другие ощущения. Причем «...возникновение «образов» происходит с быстротой мысли, ибо течение (атомов) с поверхности тел – непрерывно»[23]. Необходимо отметить, что такого рода «телесные истечения» применялись Демокритом и его последователями также для объяснения взаимного притяжения материальных объектов. «Существуют некоторые телесные истечения, идущие от вещей, пребывающих на месте и притягивающих таким образом к себе, притягиваемое влечется посредством этих истечений, которые захватывают его и вплетаются в него, как говорят некоторые

[23] Материалисты Древней Греции. М., 1955, стр. 184.

последователи Демокрита»[24].

Как известно, милетский материалист Фалес, объясняя притяжение магнитом железа, приписывал магниту «живую душу».

Согласно свидетельству древних Демокрит этот процесс объясняет следующим образом: «Почему магнит притягивает железо? и Демокрит тоже полагает, что происходят истечения и что подобное несется к подобному, а также, что все устремляются в пустоту. Предположив это, он принимает, что магнит и железо состоят из подобных атомов, но магнит состоит из более тонких атомов, и кроме того, он более разрежен, заключает в себе больше пустоты, чем железо; вследствие этого атомы магнита более подвижны и с большей скоростью несутся к железу, ибо движение происходит по направлению к подобному, проникнув в поры железа, они приводят в движение заключающиеся в нем тельца, проходя через них вследствие своей тонкости; последние же, будучи приведены в движение, выходят наружу в виде истечении и несутся к магниту вследствие подобия и вследствие того, что в нем много пустоты, а за ним следует и железо вследствие массового выделения из него истечений и совокупного движения их, и таким образом, и само железо устремляется к магниту. Магнит же более уже не движется к железу, потому что железо не заключает в себе так много пустоты как магнит»[25]. Эти представления Демокрита о притяжении оказали значительное влияние на мировоззрение его современников, а также на мировоззрение мыслителей средневековья, особенно на становление учения Роджера Бэкона о переносном характере материального взаимодействия. Великий последователь учения Демокрита Эпикур также требовал объяснять

[24] Демокрит в его фрагментах и свидетельствах древности, стр. 48-49.
[25] Демокрит в его фрагментах и свидетельствах древности, стр. 48.

природу, исходя из нее самой, не прибегая к какой-либо внеприродной силе. Согласно Эпикуру, «...тщательно исследовать причины наиболее важных явлений есть задача изучения природы»[26]. Известно, что «система Эпикура при объяснении природных, а также духовных явлений допускала только лишь физические взаимодействия атомов друг с другом»[27]. Возрождая атомизм Левкиппа–Демокрита, Эпикур вносит в него оригинальные изменения. Как известно, Демокрит, признававший только лишь один род движения, утверждал, что первотела движутся в беспредельном пространстве от «сотрясения», от взаимного удара. Эпикур учит, что прямолинейное движение атомов (вследствие тяжести) сочетается с их самопроизвольным, спонтанным, внутренне обусловленным отклонением от прямой линии.

По Эпикуру, встречи и столкновения атомов в пустоте происходят благодаря самопроизвольному отклонению от прямолинейного пути движения. Отклонение – это некоторое свободное движение, присущее атомам, причины которого лежат в самом атоме. Сила, отклоняющая каждый атом от его прямолинейного пути, принадлежит самому атому. Эта сила не может быть внешней по следующим причинам: кроме атомов и пустоты, во Вселенной ничего не существует. Пустота же по своей природе не способна действовать на тела и подвергаться их воздействию. Внешней силой, вызывающей отклонения атома, не могут быть другие атомы, ибо при прямолинейном движении атомов само их воздействие друг на друга возможно лишь при условии отклонения от прямой линии. Поэтому можно считать, что причина отклонения атомов кроется в их соб-

[26] Материалисты Древней Греции, стр. 195.
[27] David J. Furley. Two Studies in the greeks atomists. Princeton. 1967. p. 161.

ственной природе.

Учение Эпикура о свободном отклонении представляет собой материалистическую и одновременно стихийно-диалектическую попытку найти внутренний источник движения материи. Это учение внесло радикальное изменение в атомистику Левкиппа–Демокрита. Предположение Эпикура о том, что падающие вниз атомы могут без каких-либо внешних причин отклоняться от прямолинейных траекторий, вызвало очень резкую критику философов как древнего, так и нового времени – критику, доходившую порой до насмешек и обвинения в ненаучности. В сущности первым к идее Эпикура отнесся с вниманием и одобрением Карл Маркс. В своей докторской диссертации «Различие между натурфилософией Демокрита и натурфилософией Эпикура» он впервые указал на глубокое философское значение выдвинутой Эпикуром теории спонтанного отклонения атомов. Он пишет: «...атом отнюдь не завершен, пока в нем не проявилось определение отклонения. Спрашивать о причине этого определения все равно, что спрашивать о причине, превращающей атом в принцип, – вопрос, очевидно, лишенный смысла для того, кто признает, что атом есть причина всего и, следовательно, сам не имеет причины»[28].

Благодаря признанию свободного отклонения атома система Эпикура принципиально отличается от фаталистического учения Демокрита. Эпикур соединяет с необходимым движением атомов их свободное отклонение от своего пути. Случайное отклонение есть продолжение необходимого детерминированного движения, падение атомов, служит как бы его дополнением и, таким образом, свидетельствует о связи необходимости и случайности.

Огромное значение учения Эпикура об отклонении

---

[28] К. Маркс и Ф. Энгельс из ранних произведений. М., 1956, стр. 42-43.

атомов, являющегося своеобразным выражением идеи самодвижения материи, для материалистической философии становится особенно ясным в свете известного положения В.И.Ленина о двух концепциях развития. Характеризуя и сопоставляя метафизическую и диалектическую концепции развития, Ленин отмечал, что «при первой концепции движения остается в тени *само* движение, его *двигательная* сила, его источник, его мотив (или сей источник переносится *во вне*–бог, субъект etc.). При второй концепции главное внимание устремляется именно на познание *источника «само»* движения.

Первая концепция мертва, бледна, суха. Вторая – жизненна. *Только* вторая дает ключ к «самодвижению» всего сущего»[29].

Попытка Эпикура найти подлинный источник изменения и развития материального мира в нем самом, несомненно, составляет его большую заслугу в истории философии и науки.

Одной из важных идей, действительно оказавшей огромное влияние на становление понятия классической механики, была идея о необходимости внешней причины для изменения скорости движения.

Согласно Эпикуру, движение атомов в пустом пространстве трояко. Это движение по прямой линии–падение атомов под действием собственного веса, движение, состоящее в отклонении от этой прямой линии, приводящее к встрече, сочетаниям, сцеплениям атомов, наконец, движение, связанное с взаимным отталкиванием атомов и совершающееся не только вниз и вверх, но и во все стороны.

Эпикур считал, что в пустом пространстве основные свойства атомов, т. е. вес, форма и величина, не влияют на скорость их движения. В пустоте тяжелые и легкие, боль-

[29] В.И.Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 317.

шие и малые атомы должны двигаться с одинаковой скоростью.

Тяжелые и легкие, большие и малые атомы, обладая известным весом, неизбежно должны падать в пустоте, так как им не на что опираться, так как пустота совершенно не препятствует их падению. Различие свойств атомов совершенно не влияет на скорость их движения в пустоте. Эта гениальная догадка Эпикура о равной скорости движения материальных тел в пустом пространстве была блестяще подтверждена естествознанием нового времени. Равноскорое движение атомов продолжается до тех пор, пока на их пути не встречаются другие движущиеся подобным же образом атомы. Согласно учению Эпикура, «...атомы движутся с равной быстротой, когда они несутся через пустоту, если им ничто не противодействует...

...и движение через пустоту, происходящее без всякой встречи с предметами, могущими противодействовать, проходит всякое доступное воображению расстояние и непостижимое (короткое время»)[30].

Таким образом, лишь противодействие со стороны других атомов может изменять их скорость. В результате взаимных столкновений максимальная скорость свободного движения атомов уменьшается. А эти столкновения, встречи атомов, параллельно падающих с одинаковой скоростью в пустоте, происходят благодаря именно их самопроизвольному отклонению от прямолинейного движения. Согласно Эпикуру, «это краткое изложение дает достаточный очерк для понимания природы сущего»[31]. Основные положения греческого атомизма, учение о движении, взаимодействии однородных, неделимых атомов, о пространстве и времени, причинности впоследствии легли

[30] Материалисты Древней Греции, стр 189.
[31] Материалисты Древней Греции, стр. 184.

в основу механистического мировоззрения, «установление которого явилось концептуальной революцией первой величины»[32].

Как известно, основатель объективно-идеалистического направления в философии Платон выступал против атомистического учения о строении материи. Природу он называл «миром чувственных вещей» и считал ее производной от неизменного, вечного и неподвижного мира духовных сущностей – идей, названных им истинным «бытием». Единую причину всякого движения Платон усматривал в «мировой душе». Его концепция божественной силы как духовного начала, движущего природу, тесно связана с его метафизическим учением о бытии. Основой всех природных процессов является принцип самодвижения души. В своих «Диалогах» он указывает, что определением бытия просто является сила[33], так как вещи проявляются именно через силу. Все существующее имеет силу, но сила предполагает движение, которое сводится к принципу самодвижения или души. Впоследствии динамические воззрения Платона оказали определенное влияние на становление учения Лейбница, который физические тела считает лишь пространственно-временным проявлением духовных сущностей (монад) в момент их действия и противодействия[34]. Десять видов движения (перемещение, вращение, соединение и т. д.), которые Платон рассматривает в своем диалоге «Законы», являются именно через силу. Все существующее имеет силу, но жение самое себя, причина этих движений не внутренняя. Платон пишет: «Следовательно, началом всех видов движения, возникшим

---

[32] Robert Hugli Kargon. Atomism in England from Hariot to Newton, Oxford, 1966 (preface).

[33] Платон. Софисты. Киев, 1907, стр. 121.

[34] Gustav Mueller. Plato the Founder philosophy ais alDectics. New Jork, 1965. p. 19.

первым посреди стоящих вещей и посреди движимых, является, по нашему признанию, самодвижущееся, наиболее древнее и сильное из всех изменений: вещь переиначиваемую другою вещью и приводящую в движение другие вещи мы признаем вторичною»[35]. Таким движением, могущим двигать самое себя, является бессмертная душа. «Вселенская душа бессмертна. Ведь вечно движущееся бессмертно. А у того, что сообщает движение другому и само приводится в движение другим, это движение прерывается, а значит прерывается и жизнь. Только то, что движет самое себя, не убывает и никогда не перестает двигаться и служит источником и началом движения для всего остального, что движется»[36].

Таким образом, согласно Платону, мировая душа является для всех вещей причиной изменения и всякого движения. Однако необходимо отметить, что данное представление о силе не упоминается Платоном в тех случаях, когда необходимо объяснить реальное движение. Например, согласно Платону, тяготение как причина падения земных тел имеет мало общего с его общей концепцией силы. Это явление он объясняет врожденным взаимным стремлением тел подобной природы к объединению. Подобное стремится к подобному, каждый элемент имеет свое определенное место в пространстве. Земля притягивается землею, вода водою, огонь огнем и т. д.

Натурфилософия Платона изложена в основном в «Тимее», занимающем исключительное место среди его других диалогов. «Ядро «Тимея» составлено из диалектической концепции природы, развиваемой еще досократиками»[37]. Как известно, его «Республика» повествовала о структур-

---

[35]Платон (Законы). Полн. собр. соч., т. 14, Пг., 1923, стр. 136. Там же, стр. 137.

[36] Платон. Избранные диалоги (Федр). М., 1965, стр. 208-209.

[37] Gustav Mueller. Plato the founder Philosophy as Dial cs, p. 264.

ной аналогии, существующей между государством и индивидуальной душой. А в «Тимее» Платон переходит к обоснованию своей концепции о человеческой жизни и обществе, опираясь на существующий порядок во Вселенной. При помощи своей космологии он стремится связать основы морали своего идеального общества с устройством всего мироздания. Именно поэтому параллелизм между макрокосмосом и микрокосмосом пронизывает все диалоги «Тимея». Необходимо отметить, что содержание этого произведения только по основным идеям своим впадает в область умозрительной философии, тогда как всю подкладку, весь материал для этих идей автор заимствует из естественных наук того времени. В данной работе его главным образом интересует происхождение, устройство мира, способы его познания. Согласно Платону, до образования благоустроенной Вселенной из элементов «все эти элементы находились в состоянии, всецело лишенном порядка и соразмерности»[38]. Но найдя их в таком состоянии, творец привел в строгопричинное закономерное взаимодействие вещественные элементы. Причем, по Платону, «самая лучшая связь, конечно, есть та, которая связывает две вещи в одно нераздельное целое»[39]. Показывая, что виды вещей представляют собой великое разнообразие и по формам, и взаимодействию, и по способам их превращений друг в друга, им питается объяснить каким образом происходят в нас разные впечатления от этих вещей. Согласно Платону, «самое первое, что для этой цели должно принадлежать вещам, о которых идет речь, так что свойство ощущаемости»[40] является самым первым условием познания вещей. Отрицая пустоту, он считает, что «одни тела

[38] Платон. Тимей. Киев, 1883, стр. 138 (р. 53–*в*).
[39] Там же, стр. 71 (р. 31–*с*)
[40] О Платон. Тимей, Киев, 1883, стр. 164 (р. 61– XXVI).

вследствие разделения, другие же вследствие соединения переменившие свое место опять потом стремятся занять его, так что для того, кто захотел бы исследовать эти явления как должно, все тут оказывается лишь в этих сплетенных между собой взаимодействиях (вещей)»[41]. В дальнейшем на основе этих принципов Платон переходит к объяснению различных физических и физиологических процессов.

Впоследствии эти натурфилософские воззрения Платона оказали определенное влияние на Аристотеля (384–322 гг. до н. э.), который считал, что всякое движение по прямой вверх или вниз (от центра или к центру) заканчивается «в естественном месте» каждого элемента. Принятие учения о «естественных» местах привело, в конечном счете, к радикальному удвоению и противопоставлению небесных и земных процессов. Согласно Аристотелю земные и небесные явления подчиняются совершенно различным физическим закономерностям. Это удвоение спустя лишь два тысячелетия было отброшено ньютоновой теорией всемирного тяготения.

Аристотель считал материю пассивной и бесформенной, а форму определил как активное деятельное начало, делающее, вещь тем, чем она есть. Он уподоблял развитие природы человеческой деятельности, рассматривая природу антропоморфно. Согласно Аристотелю, пассивная материя не оказывает внутреннего активного сопротивления движущей силе. Характерной ее чертой должна быть способность испытывать воздействие, т. е. быть движимой. Вследствие метафизического понимания материи Аристотель искал причину движения вне самой материи. Исходя из того, что «все движущееся должно необходимо приво-

[41] Там же. стр. 211 Ср. 80–*c*).

диться в движение чем-нибудь»[42], он критиковал понимание движения в учении атомистов. Он писал: «По их словам, движение существует всегда. Однако почему оно есть, и какое именно они этого не говорят, и не указывают причину, если оно происходит вот таким-то образом. Ведь ничто не движется как случилось, но всегда какая-нибудь причина должна быть, как, например, в данный момент естественное движение – такое-то, а насильственное или вызванное действием разума или другой причины – такое-то»[43].

Учение Аристотеля об общих началах бытия и формах его изменения изложено в его фундаментальной работе «Физика», которая в известном смысле представляет собой историю античного естествознания до Аристотеля и обобщает научные достижения эпохи. В этой книге Аристотель указывает на важность изучения движения. «Так как природа есть начало движения и изменения, а предметом нашего исследования является природа, то нельзя оставлять не выясненным, что такое движение: ведь незнание движения необходимо влечет за собой незнание природы»[44]. Для более глубокого проникновения в истинную природу движения Аристотель подготавливает основу в третьей главе пятой книги «Физики». Вслед за различием основных форм движения им дается определение таким понятиям как «вместе», «раздельно», «касание», «промежуточное», «следующее», «смежное», «непрерывное». Несомненно, эти понятия определяют взаимосвязи, взаимоотношения физических объектов в пространстве.

В этой книге Аристотель показывает, что тела движутся или по природе или против природы, насильственно. В

---

[42] Аристотель. Физика. М,-Л., 1937.

« Аристотель. Физика. М.-Л, 1934 (1071 в 12–1072 а 13), стр. 209.

[44] Там же, стр. 49.

последнем случае они приводятся в движение чем-нибудь. Атомисты же не определили, согласно Аристотелю, в силу чего и откуда начинается их естественное движение. Ибо движение по причине взаимного тесного соприкосновения есть движение вынужденное и неестественное, вынужденное же движение есть производное от естественного. Учение о двух родах движения, о «вынужденному и «естественном» движении привело Аристотеля соответственно к допущению представления о двух родах силы – механической и божественной.

Согласно Аристотелю, все, что движение, приводится в движение чем-нибудь. Любое движение неодушевленных объектов требует своего двигателя, совершенно отличного от движущегося. Причиной движения является движущая сила. Именно под влиянием этих представлений Аристотеля на протяжении почти двадцати веков все были убеждены, что движение с постоянной скоростью нуждается для своего поддержания в воздействии извне, в некоторой активной причине.

Движение Вселенной Аристотель считал вечным, не имеющим ни конца, ни начала. «Так как движение должно существовать всегда и не останавливаться, то необходимо должно существовать нечто вечное, что движет как первое, будь оно единым или в большем числе, и должен существовать первый неподвижный двигатель. Будет ли каждый из неподвижных двигателей вечным, это не имеет отношения к нашему рассуждению, но что необходимо должно существовать нечто неподвижное, при всякой внешней перемене, как абсолютно, так и по совпадению, но могущее двигать другое»...[45]. Таким образом, Аристотель из вечности движений приходит к выводу о вечном перводвигателе. «Следовательно, если только движение вечно, вечным бу-

[45] Аристотель. Физика, стр. 186 (258 в.).

дет и первый двигатель»[46].Однако его учение о первом двигателе «выводит нас из пределов физики в область метафизики»[47]. Идеализм Аристотеля наиболее сильно сказался именно в учении о перводвигателе, первопричине движения всего сущего.

Анализ его учения о движении показывает, что фактически Аристотель различает два рода сил: силу как имманентную причину движения, врожденную (присущую) самой материи, которую он называл «природой», и силу толчка и тяги, вызывающую движение во втором объекте, а не в самом себе. Аристотель требовал объяснить движение тел путем сведения их к действию толчка и тяги, к «притягиванию и отталкиванию»[48]. Эта механическая концепция силы в отличие от его учения о перводвигателе представляла собой важный этап в развитии содержания понятия силы, в подготовке ее последующего введения в качестве основного понятия в физическую науку.

В своей механике Аристотель ограничивается исключительно понятием силы, проявляемой в толчке и тяге, и отвергает платоновскую концепцию силы, как нечто врожденное в материи. При переходе к количественному аспекту силы он сосредоточивает свое внимание на механическом представлении понятия силы. Согласно Аристотелю, только лишь в том случае, когда нечто внешнее двигает вещь или же приводит ее в покой вопреки внутреннему стремлению можно говорить о действии силы. Именно понимание силы как причины вынужденного движения составляет ядро механики Аристотеля.

Одним из важных принципов учения Аристотеля был принцип непосредственного контакта между двигателем и

---

[46] Там же, стр. 187 (259 а).
[47] Вл. Карпов. Натурфилософия Аристотеля и ее значение в настоящее время. М., 1911, стр. 97.
[48] Аристотель. Физика, стр. 154.

движущим. Аристотель вообще не допускал, чтобы сила могла передаваться на расстояние. По мнению Аристотеля, тела могут действовать друг на друга, только придя в непосредственное соприкосновение. Так как сила неотделима от своего объекта, то отсюда следует, что двигатель как объект силы должен находиться в постоянном контакте с движущимся объектом, к которому приложена действующая сила, «необходимо, чтобы движимые и движущие предметы были непрерывны или касались друг друга, так что из всех их образуется нечто единое»[49]. Именно поэтому он считал, что все локальные движения должны быть сведены к толчку и тяге.

Так как в концептуальной схеме Аристотеля действие силы на расстоянии не имеет места, то объяснение движения планет и звезд на небесах могут быть получены допущением внешнего агента перводвигателя или фантастических духов, населяющих и движущих небесные сферы. Так, например, ученики Аристотеля отказывались верить, что притяжение Луны вызывает приливы в океанах, для них это было бы суеверием. Начисто отрицая всякое действие на расстоянии, Аристотель и его приверженцы не могли сформулировать понятие о силе тяготения. Благодаря учению Аристотеля идея о гравитационном притяжении была исключена из натурфилософии на несколько веков. Спустя почти две тысячи лет великий английский физик Исаак Ньютон был первым, «кто своим известным законом о всемирном тяготении заставил задуматься о природе сил, действующих на расстоянии»[50].

Необходимо отметить, что у стоиков–представителей философского учения, возникшего в конце IV века до н. э., представление о взаимодействии начало развиваться в со-

[49] Аристотель. Физика, стр. 152.
[50] Д. Мак-Дональд. Фарадей, Максвелл и Кельвин. М., 1967, стр. 106.

вершенно другом направлении. Это в известной степени было связано с тем, что «краеугольным камнем стоической физики являлась концепция континуума во всех аспектах – пространства, материи, а также непрерывность в распространении и протекании физических явлений»[51]. Оригинальность теории континуума стоиков заслуживает особого упоминания. Как известно, Аристотель в своей полемике против атомной теории Демокрита отрицал существование пустоты и настаивал на непрерывности материи. Но у Аристотеля континуум по существу пассивен, тогда как в учении стоиков он наделен активным качеством и является руководящим принципом во всех физических проявлениях космоса.

Благодаря этому стоикам удалось разрешить старую проблему объяснения связи между приливными волнами и движением солнца и луны. Как известно, в свое время Аристотель и другие пытались разрешить проблему. Аристотель, отвергая возможность действия на расстоянии, для объяснения, данного явления обращался к силам толчка и тяги. Он предполагал, что солнце приводит в движение ветры, а ветры, в свою очередь, толкают морские воды. Как известно, согласно Платону, причиной приливов являются полноводные реки, текущие в океан. Совершенно отличный подход к данной проблеме был выбран Посейдоном, который для объяснения этого величественного явления природы обратился к динамическому учению своего предшественника Хрисиппа об универсальном натяжении. Согласно Посейдону, приливы представляют собой проявления сил, пронизывающих пространство. Концепция силы Посейдона радикально отличается от аристотелевских представлений о силе. Согласно Аристотелю, сила, будучи эманацией субстанции, располагается в самом предмете –

[51] S. Sambursky. The physical World ot the greeks, London, 1955, p.132.

носителе силы и в начале действия совершенно не зависит от того объекта, на который она прилагается посредством контакта. В отличие от учения Аристотеля сила является первичным, наиболее фундаментальным представлением натурфилософии Посейдона, рассматриваемым им как выражение связи, посредством которой два объекта одновременно приводятся во взаимосвязь, во взаимодействие. Согласно Посейдону, благодаря взаимодействию системы сил вся Вселенная становится единым целым.

Эта концепция силы стоиков, которые в понимании природы были материалистами, тесно связана с их учением о единстве Вселенной. Древнегреческое представление о «симпатии» в медицине, а также мысль о том, что на здоровую часть организма оказывает влияние болезнь другой части тела, т. е. та идея, которая уже встречается в трудах Гиппократа, переносилась стоиками к космосу в целом, что было сделано в частности Посейдоном.

Таким образом, наш беглый экскурс в историю древнегреческой философии показывает существование в античной мысли многообразия представлений о движении и взаимодействии. Многообразие концепций древних мыслителей связано с тем, что для данного этапа познания изменение мира предстает как непосредственно данное. На рассматриваемом этапе научного познания природа движения и взаимодействия скрыта от нас, глубоко не познана. Тем не менее, эти первоначальные идеи древних мыслителей о движении и взаимодействии и связанные с ними понятия (силы, притяжения, механизм взаимодействия и т. д.) явились необходимой основой для становления первых строго научных понятий физики.

В.В.ТАНАКОВ, Н.И.СТЕПАНОВ

ДРЕВНЕГРЕЧЕСКАЯ ФИЛОСОФИЯ И ФИЗИКА МИКРОМИРА

Создание единой физической картины мира встретилось *с* рядом трудностей, приобретших характер логических парадоксов. Их устранение требует пересмотра самого понятийного аппарата современной физики, выработки нового стиля физического мышления. Этот процесс начался уже в нашем столетии.

Как и в период становления опытно-математического естествознания, когда значительно возрос интерес к неканонизированиым официальной теологией античным философским теориям, научное (особенно, физическое) сознание вновь обращается к античности, где некогда уже обсуждались (хотя и в других формулировках) те же проблемы, с которыми столкнулось развитие современной физики[1]. Эти проблемы являются, по-видимому, конститутивными для всякой теоретической системы представлений о мире, но у первых философов они поставлены и рассмотрены в максимально отчетливой форме. Отсюда само собой напрашивается сопоставление современных Физических теорий с построениями древнегреческой философии, которое по-новому и как бы со стороны позволит. Взглянуть на сегодняшние проблемы науки, в особенности физики микромира и космологии, как наиболее драматических областей исследования.

Уже проблема единства физического знания как отражения единства мира, ставшая предметом непосредствен-

---

[1] Более того, Вейцзеккер говорит, что тот, кто спрашивает об основа-1иях в физике, «тот снова открывает те же самые структуры, которые греческая философия уже однажды открыла». См.: G. F. Weizsäcker Die Einheit der Natur. München, 1971, s. 439.

ного интереса конкретно-физических теорий, ведет нас к Пармениду, начиная с которого категория Единого напряженно обсуждается в философии и остается в центре ее проблематики.

При этом сложности, связанные с тем, что античная философия и современная позитивная физическая наука, являясь теоретическим осмыслением устройства космоса, все же говорят на разных языках, в значительной степени оказываются: мнимыми, если помнить о преемственности в историко-культурном процессе. Очень хорошо сказано об этом у А.Ф.Лосева. Имея в виду платонизм как центральное русло развития античной философии и выявляя очевидность позитивно-научного смысла его исходных понятий («Единое», «Мировой Ум», «Мировая душа» и «материя»), он пишет: «Поэтому, обслуживая: в течение полутора тысяч лет спекулятивную философию разных типов, платонизм с ослаблением спекулятивного мышления в эпоху Возрождения очень легко превращался в математическое естествознание, гораздо легче, чем, например, аристотелизм, долгое время остававшийся символом средневекового догматического мышления.»[2]

Но, питаясь идеями античной философии, молодая новоевропейская наука по вполне понятным причинам отвергала столь близкое родство. И лишь в современных теоретических конструкциях мы узнаем эти идеи, но уже в оболочке точного знания.

[2] А.Ф.Лосев. Статьи по истории античной философии для IV-V томов философской энциклопедии. М., 1965, стр.34.

Единый космос античности и иерархия уровней бытия современной науки

Мир предстает перед человеком как многообразие взаимодействующих объектов. Ориентация в этом многообразии требует отражения в понятиях и теориях его упорядоченности.

В системе современного знания вопросами устройства окружающего мира (Вселенной) занимается комплекс физических наук, а точнее (если иметь в виду устоявшееся в науке представление об иерархии уровней бытия), теории, адресованные микроуровню (теория элементарных частиц, квантовая теория поля и пр.) и мегауровню (различные космологические модели, основанные на эйнштейновской теории гравитации. Возможность раздельного существования теории микромира и космологии обусловливается в чисто физическом отношении тел что гравитационные силы, которые ответственна за взаимодействие «мегаобъектов», в микромире не играю существе: гой роли.

Размышления же древних философов над проблемой упорядоченности мирового многообразия результировались у них в определенной пространственной конструкции созерцаемой ими Вселенной – в тех или иных теориях космоса. У атомистов космос – «вихрь атомов», у пифагорейцев и Платона – «система чисел», космос Анаксагора – «вместилище гомеомерий», Эмпедокла – «смешение элементов»[3]. Здесь собственно физические и астрономические построения органически сплавлены с философией, здесь дается цельная теория единого космоса, к идеалу которой стремится современное, пока еще разделенное барьерами различных теорий, физическое знание.

Поэтому, если будем, например, отыскивать у Платона

---

[3] А.Ф.Лосев. Космос. Философская энциклопедия, т. 3. М., 1964, стр. 76.

теорию микромира (элементарные треугольники) и собственно космологию, имея в виду современное различение их как особых наук, то не следует забывать, что эти учения не вынесены у него в специальные разделы знания, а представляют собой фрагменты цельного повествования о космическом устройстве, пронизанные идеей единства всего.

Новоевропейская наука, ориентированная на опыт, в котором она нашла как исходный пункт своего развития, так и критерий состоятельности своих представлений и возможности их приложений к практике, утратила это органическое единство космоса и вновь оказалась перед требующим упорядочения многообразием эмпирических объектов. Понимая их как исходные детали для построения космической конструкции, юна пришла к представлению о космосе как огромном механизме, который тут же, в качестве «довеска», потребовал и «механика» – бога, интерпретированного как абсолютное пространство, в которое погружен этот механизм и которое только и позволяет различать отдельные детали мирового механизма, являясь для них разграничивающим началом.

Современная физика вновь возвращается к античному пониманию космоса как органического целого, но воплощает это понимание в современных категориальных средствах с привлечением сложного математического аппарата. Идея сквозного единства космоса реализуется здесь как идея замыкания иерархии уровней бытия на себя[4] (тождество микро- и мега- мира), что приводит, следовательно, к взаимопроникновению физики микромира и космологии. На чисто спекулятивной основе это представление было развито в учении Николая Кузанского о совпадении абсо-

[4] М.А.Марков. О понятии первоматерии. «Вопросы философии», 1970, № 4, стр. 75.

лютного минимума с абсолютным максимумом.

Такое понимание приводит к тенденции «рассматривать Вселенную как спинозовскую causa sui"[5], что конкретно-физически выражается во введении воздействия Метагалактики на микрочастицу, так что бытие последней начинает мыслиться в контексте всего космического бытия, трактуемого как включенность всех единичностей космоса в физические взаимодействия между собой. В связи с этим определенные надежды возлагаются здесь на концепцию бутстрапа, о которой подробнее будет сказано дальше.

Таким образом, перед современным исследователем вместо картины космоса как абсолютного бесконечного пространства, наполненного себетождественными телами (не изнашивающимися в процессе взаимодействия деталями космического механизма), предстает картина гигантской космической драмы возникновения, столкновения и гибели миров, пронизанных различными излучениями и полями.

Исходным теоретическим принципом для объяснения космоса, т.е. для построения его как упорядоченного, у первых философов античности выступало понятие первоначала.

Первоначало ионийцев и проблема упорядочения многообразия элементарных частиц

Взору ионийских философов мир открывался как множество своих отдельностей, но ведь каждая отдельность не сама по себе, она некоторым образом соотнесена, связана с другими, превращается в них, а всякое превращение предполагает превращающееся. Эта тождественная себе в превращениях вещей основа их и есть первоначало ионийцев

[5] Б.Г.Кузнецов. Принцип дополнительности. М., 1968, стр. 61.

(Фалеса, Анаксимандра, Анаксимена и Гераклита).

В термине «первоначало» зафиксирован тот факт, что философы эту, хотя и безличную, основу вещей понимали еще вполне мифологически, как первое по происхождению. Поэтому первоначало наделяется не только атрибутами вечности, неуничтожимости, неизменности и пр., в которых зарождающаяся философская мысль пытается выразить отличие первоначала от бренных вещей, но и атрибутами божественности, одушевленности.

Эти поиски первоначала приведут у последующих философов к открытию одного очень интересного объекта (мысли, понятия, порядка вещей), который не локализован нигде в пространстве и времени, но обладает могучей властью над видимыми и осязаемыми вещами. А через какие-нибудь сто с небольшим лет это открытие выльется у Платона в создание грандиозной системы понятий, теоретических принципов, призванных объяснить весь чувственно воспринимаемый мир.

Таким образом, достижения ионинских философов, с которых начинается вообще построение логической картины мира, можно понять как первоначальную формулировку основной проблемы всякой теоретико-познавательной ситуации: проблемы выявления исходного перво-принципа, благодаря которому весь теоретический материал, относящийся ко всему миру в целом или к отдельному его фрагменту, нанизывается на единую сквозную логику рассуждения.

В новоевропейской науке обязанности первоначала исполняло то некоторое первовещество, то эфир, то электричество. Но первовещество требовало дополнительной субстанции – движения, поскольку мыслилось инертным, в отличие от первоначала Фалеса или Апаксимена, например, которое было одушевлено, т. е., говоря современным языком, в самом себе содержало источник своего движения.

Эфир неспроста объявлялся «особо тонкой, невидимой субстанцией», ибо, как впоследствии выяснилось, первоначало по самой своей сути не имеет чувственных характеристик, а требует для своего описания некоторых понятийных структур. «Дробление» бытия в поисках первоначала «приводит в конце концов не к частицам, а, – как пишет Каннегпсср, – к материальным явлениям.»[6] Но уже объектом квантовой механики оказываются волновые функции, а не какие-то «островки» вещества, хотя бы и очень маленькие.[7] Такая специфика первоначала выявляется впервые у пифагорейцев и Парменида. Электричество тоже недолго числилось кандидатом в первоначало, выяснилось, что электродинамика и механика, описывающие разные области бытия, не сводимы друг к другу. Аналогично и ни одна из стихий древних (вода, воздух, огонь, земля) не смогла выполнить функции первоначала, поскольку тогда возникали трудности в связи со сведением оставшихся трех стихий к той, которая объявлялась первоначалом.

Эта традиция наиболее ярко представлена в современной физике программой создания единой теории поля (Гейзенберг). Так или иначе, но физик-теоретик имеет дело с многообразием элементарных частиц и проблемой является их упорядочение. Причем эти частицы интенсивно взаимодействуют друг с другом, вплоть до взаимопревращения. Тождественная себе в превращениях элементарных частиц основа их и есть единое поле Гейзенберга, тогда как элементарные частицы – это модификации единого поля[8], его «возбуждения», «сгустки». В общей теории относи-

---

[6] K.Kannegisser. Raum. Zeit. Unendlichkeit. Berlin, 1966, s. 101

[7] И.П.Стаханов. К логическому анализу термина «абстрактный объект» в современной физике. «Вопросы философии», 1968, № 8, стр. 136- 147.

[8] W. Heisenberg. Einfiihrung in der einheitliche Feldtlieorie der. Elementarteilchen. btuttgart, 196 , S. 3.

тельности гравитационно взаимодействующие материальные объекты можно интерпретировать даже как искривленные части пространства.У Анаксимена понимание вещи как некоторого «сгустка» первоначала представлено в его учении о «сгущении» и «разрежении», посредством которых первоначало («воздух») модифицируется в отдельные вещи, причем предельно разреженное состояние первоначала и есть пространство.[9]

Основное уравнение единой теории поля рассматривается как «математическое представление всей материи»[10], а элементарная частица ассоциируется с собственным решением некоторой системы интегральных уравнений, эквивалентной исходному уравнению.

Таким образом, единая теория поля имеет дело непосредственно не с понятиями о чувственных объектах, а с абстрактными математическими структурами, выводимыми из некоторого первоначального уравнения. Эта принципиальная математичность физических теорий дает основание Гейзенбергу заявлять, что «развитие физики повернулось от философии Демокрита к философии Платона»[11], как продолжателя пифагорейской традиции. Поэтому следует, хотя бы бегло, проследить дальнейшую судьбу греческой философии и обратиться, в частности, к пифагорейцам, открывшим числовые структуры и закономерности, управляющие миром вещей, и пришедшим к математическому, числовому представлению последних. При этом выяснится, что в учениях пифагорейцев, элеатов и атомистов в своеобразной форме содержатся основные принципы квантовой механики.

---

[9] А.Ф.Лосев. История античной эстетики. М., 1963, стр. 518.

[10] В. Гейзенберг. Физика и философия. М., 1963, стр. 49.

[11] В. Гейзенберг. Развитие понятий в физике XX столетия. «Вопросы философии», 1975, № 1, стр. 88.

Пифагорейцы, элеаты, атомисты и принципы квантовой механики

У Гераклита, продолжателя традиции милетской философской школы, первоначало – «огонь», имманентно преобразующийся в многообразные вещи, но в то же время у него появляется некий «Логос», которого не было у Фалеса, Анаксимандра или Анаксимена. В чем смысл Логоса?

Если искать упорядоченность мирового многообразия в самом этом многообразии – а только так и ставили вопрос античные философы, намеревавшиеся объяснить мир, исходя из него самого, то в чем же отыскать порядок, устойчивость этого изменчивого мира, в котором вещи превращаются друг в друга, как не в факте этой изменчивости, этого взаим превращения вещей: ведь именно преобразование вещей друг в друга и будет тем единственным общим, присущим им всем без исключения! И тогда получится, что сам «огонь» подвластен «правящему вселенной Логосу»[12] и преобразуется в другие стихии. Тут интересно сопоставить Гераклитов «Логос» и анаксимандрово «возмездие» – наказание, которое постигает всякую отдельную вещь за нечестивость ее, т. е. ее обособленность от первоначала: «А из чего возникают все вещи, в то же самое они и разрешаются согласно необходимости. Ибо они за свою нечестивость несут наказание и получают возмездие друг от друга...»[13] Причем исполнителем «приговора» оказывается здесь другая нечестивая (т.е. конечная) вещь. И получается, что, благодаря взаимонаказанию (т. е. взаимодействию), конечные, определенные вещи «топят» друг друга в беспредельном первоначале; таким образом, наказание, воз-

[12] А.Маковельский. Досократики, ч. I. Казань, 1914, стр. 153.
[13] А.Маковельский. Досократики, ч. I. Казань, 1914, стр. 37.

мездие оказывается как бы регулятивным принципом мира конечных взаимопревращающихся вещей.

Но то, что намечено у Анаксимандра, является у Гераклита центральным проблемным пунктом. Процесс взаимодействия вещей, в котором вещи превращаются в свое «инобытие», так, по-видимому, занимал Гераклита, что он взаимодействие- вещей, взаимопревращение их считает всеобщим и универсальным для всего космоса и выражает это в своей знаменитой формуле «все течет».

Итак, упорядоченность многообразия вещей – в их взаимопревращении. Тут возникает вопрос, а как существует этот миропорядок – Логос, ведь он не воспринимаем чувственно? Логос – такой объект, который не есть ни одна из вещей, а который есть их взаимоотношение, чувственное же восприятие ориентировано на многообразие вещей. Для Гераклита получается, что «хотя этот Логос существует вечно, недоступен он пониманию людей»[14], ибо становящееся философское мышление не выработало еще понятий, отображающих мировой порядок вещей. И Гераклит, первым из ионийских философов выразивший эту трудность, поплатился за это прозвищем «темный», которое он получил от своих современников.

Но начало собственно теоретического мышления связывают традиционно с именем Парменида, центрального представителя элейской школы. Милетцы (Фалес, Анаксимандр, Анаксимен) еще находятся в плену мифологических представлений, Гераклит подводит философию к проблеме порядка вещей (единого), Парменид ставит эту проблему.

Космос Парменида есть единое (бытие), которое, являясь принципом ума, не допускает существования небытия, поскольку последнее, разъяв бытие на части, уничтожит

[14] А. Маковельский. Досократики, ч. I. Казань, 1914, стр. 14Т,,

тем самым единое, мысль, уничтожит само философское открытие Парменида. Но тогда Парменид вынужден постулировать существование двух миров: мира по истине – воспринимаемого мыслью бытия, которое само есть мысль («одно и то же есть мысль и бытие»[15]) и мира по мнению – многообразия чувственно воспринимаемых текучих вещей.

Параллельно ионийцам и элеатам развивалась пифагорейская философия, которая пришла к выводу, что в основе мира лежат числовые структуры, т.е., что первоначалом являются числа.

С первого взгляда пифагорейство представляется несравнимым с ионийской философией, которая сводит всю многокачественность мира к некоторому вещественному первоначалу, отождествляемому с одной из общеизвестных стихий, тогда как пифагорейство, выросшее из дионисийского культа, «обращает основное свое внимание не на самые стихии, но на их оформление, на их арифметически-геометрическую структуру... Это – величайший вклад в сокровищницу мировой философии науки, потому что именно отсюда в новое время появится все математическое естествознание. Когда у Аристотеля и позднейших позитивистов мы находим высмеивание этой «мистики чисел», то под таким высмеиванием кроется непонимание тех первых восторгов перед открытием числа, которые и вполне понятны и вполне простительны для тех, кто впервые столкнулся с числовой структурой действительности.»[16]

Согласно Аристотелю, у пифагорейцев была таблица противоположностей, среди которых основной считалась противоположность предела и беспредельного. Вот рас-

---

[15] Антология мировой философии, т. I, ч. I. М., 1969, стр. 295.

[16] А.Ф.Лосев. Статьи по истории античной философии для IV-V томов философской энциклопедии, стр. 7.

суждение пифагорейца Филолая: «Все существующее должно быть пределом или беспредельным или тем и другим вместе. Но быть пределом или только беспредельным оно не может. Вследствие того, что, как оказывается, оно не состоит ни исключительно из одного предела, ни исключительно из одного беспредельного, совершенно ясно, что *мировой строй и (все), что в нем, образовалось из соединения предела и беспредельного...»*[17].

Но как же могут объединиться предел и беспредельное? «В каком отношении эти две сферы должны находиться одна к другой? Вот это-то отношение и есть *гармония»*[18]. Она, являясь понятием об отношении, а не о вещи, и получает свое выражение в пифагорейских числах. Таким образом, гармония – центральное понятие пифагорейской философии, реализующее единство противоположностей предела и беспредельного.

Эквивалентом этого центрального понятия пифагорейцев – гармонии – является в квантовой механике ее важнейший исходный принцип – принцип неопределенностей, трактуемый как единство взаимодополнительных характеристик микрообъекта, т. е. некоторой понятийной пары (например, координаты и импульсы). С точки зрения классической механики такие понятия, как частица (т.е. материальная точка, «предел») и волна (некоторый, не имеющий в чистом виде конца и начала беспредельный процесс) абсолютно несовместимы, тогда как для квантовой механики это – два способа описаний микрообъекта, в определенном смысле дополнительные, по крайней мере любой микропроцесс может быть описан как и терминах частиц, так и в терминах волн.

Единство противоположных характеристик объекта, как

---

[17] А.Ф.Лосев. История античной эстетики, стр. 266.
[18] Там же, стр. 270.

и у пифагорейцев, получает свое выражение в некоторой математической структуре – в волновой функции, но гораздо более сложной природы, чем числа пифагорейцев.

Таким образом, пифагорейство звучит современно и актуально потому, что в нем, как и в современной физике, числовым, математическим образом выражены законы, которым подчиняется поведение вещей: вещь и существует как гармония противоположностей, подобно тому, как, образно выражаясь, существуют лишь такие электроны, для которых справедлив принцип неопределенностей.

Пифагорейство, несмотря на кажущуюся разнокачественность по сравнению с ионийской философией, тем не менее, тесно связано с ней: в «беспредельном» пифагорейцев легко узнать анаксимандрово первоначало, в «пределе»–факт обособленности (виновности) вещей по Анаксимандру. «Воздух» Анаксимена подобен «воздуху» пифагорейцев как другому выражению «беспредельного» и пр. С другой стороны, Парменид считался учеником пифагорейца Аминия, и поэтому его «единое» оказывается генетически связанным с пифагорейской «единицей».

Возвратимся к элеатам. Парменид, постулировавший существование двух миров: мира по истине (единого) и мира по мнению (многого), предельно четко сформулировал тем самым проблему: как возможно уложить в единство космоса его же многообразие? Ученик Парменида Зенон показал, что если исходить из многообразия вещей, то их единства никак не сконструировать, более того, это приведет ко всякого рода парадоксам. Так, если есть две і :щи, то между ними следовательно, должна помещаться третья, их разделяющая, и т. д., до бесконечности.

Этот парадокс границы разрешается в квантовой механике интерпретацией кванта не как третьего объекта, а как непротяженной границы между квантово взаимодейству-

ющими объектами[19].

Большинство парадоксов Зенона рассматривается обычно как доказательство логической невозможности движения. В самом деле, если исходить из чистого единства (бытия), то движения никакого не получится, для этого требуется небытие, поэтому прибежищем движения оказывается у Парменида неистинный мир по мнению. Но не получится движения, если исходить и из одной только множественности, ибо тогда выходит, что вместо единого процесса движения получаем некоторую последовательность статических состояний без переходов между ними.

В таком случае если считать электрон представителем самодвижущейся материи, некоторым микропроцессом, то принцип неопределенностей можно интерпретировать так: нельзя абсолютно жестко фиксировать электрон, т. е. деформировать процесс. Этот запрет выражен в невозможности одновременного точного измерения сопряженных характеристик электрона – его координаты и импульса.

Микрообъект в противоположность классическому пониманию вплетен в контекст всего бытия, его движение – это, по сути дела, его взаимодействие со всем прочим бытием. Поэтому такое понимание, во-первых, близко пифагорейскому, в котором душа, рассматриваемая всей античностью как принцип движения, есть гармония противоположностей тела, значит, гармония как эквивалент принципа неопределенностей и у пифагорейцев выражает самодвижение всего космоса. В новоевропейской физике, в которой объяснение движения одного тела требовало привлечения другого и т. д. до бесконечности, приходилось, в конечном счете, прибегать к помощи бога-механика, запускающего космический механизм.

---

[19] И.С.Алексе в. Развитие представлений о структуре атома. Новосибирск, 1968, стр. 102,

Во-вторых, гносеологическая невозможность одновременного точного измерения координаты и импульса электрона, зафиксированная в принципе неопределенностей, именно и обусловлена тем онтологическим обстоятельством, что электрон вплетен в контекст всего бытия, что бытие не разграничено абсолютно четко, ибо по границе же и осуществляется связь объектов. То есть жесткая фиксация электрона означала бы абсолютно изолированное существование его, что невозможно: абсолютно изолированный электрон, если можно так выразиться, просто задохнулся бы.

Заметим, что в классической физике, в отличие от квантовой, вполне работают идеализации «свободного объекта», «абсолютно изолированного объекта». Но если многообразие вещей настолько «туго завязано», что фиксация, выделение какой-либо вещи есть хирургическая операция отсечения всех связей этой вещи с прочими вещами, поистине единым оказывается только сам космос. А это и получилось у Парменида, его космос един, неподвижен, шаровиден (шаровидность - характерная для ранней античности пластическая форма выражения самозамкнутости, завершенности, совершенства вещи).

И в квантовой механике, где классические абстракции недействительны, обнаруживается, что космос представляет собой «неделимую единицу»[20], что только он и является истинно квантовым объектом.

С учением элеатов оказывается генетически связанной философия первых атомистов. Сохранились свидетельства, что основатель философии атомизма Левкипп был учеником Зенона.[21] До недавнего времени было широко распространено мнение, что весь античный атомизм сосредоточен

---

[20] Д.Бом. Квантовая теория. М., 1961, стр. 196.
[21] А. О. Маковельский. Древнегреческие атомисты. Баку, 1946,стр. 21.

в учении Левкиппа – Демокрита об атомах и пустоте, и при сопоставлении европейской науки с античной философией из последней брался, как правило, один атомизм Демокрита, по типу которого якобы строился новоевропейский физический атомизм. Однако доксографические материалы говорят о категоричности такой классификации атомистического учения, которое возникло в процессе непрерывного развития и тесного контакта различных философских школ античной Греции. Поэтому идеологию демокритовского атомизма следует рассматривать на фоне всего идейного содержания соответствующего периода истории. И тогда получится, что гейзенбергово противопоставление Демокрита и Платона, как это очень хорошо показано М.Д.Ахундовым[22], несостоятельно.

Левкипп и Демокрит, пытаясь разрешить проблему, поставленную элеатами, ввели пустоту (небытие). Таким образом, пармепидовское «бытие есть, небытия нет» превратилось у них в «бытие есть и небытие есть», т. е. первоначало стало парным: атомы (бытие), разграниченные пустотой (небытие). На атом были перенесены характеристики «единого» Парменида, но это означает, что атом стал космосом, подобно лейбницевской монаде как «зеркале всей вселенной».

Оказывается, что система уравнений Эйнштейна – Максвелла содержит так называемые «фридмонные решения», которые позволяют трактовать элементарную частицу как космос и космос как элементарную частицу[23]. На атом Демокрита переносится, в частности, характеристика неделимости. В квантовой физике неделимым является атомный процесс, что выражается в понятии кванта дей-

---

[22] М.Д.Ахундов. Проблема прерывности и непрерывности пространства и времени. М., 1974, стр. 44.
[23] М.А.Марков. О понятии первоматерии, стр. 74.

ствия.

Атомизм Демокрита кажется, на первый взгляд, беспредпосылочным, на самом же деле его, так сказать, начальными условиями являются формы атомов, которые им исходно задаются. Такая структура демокритового учения напоминает структуру современных физических теорий, в которых не реализуется полностью спинозовская идея, всегда в рамках той или иной теории остаются параметры, которые должны задаваться ей извне.

Традиции атомистов и пифагорейцев нашли своеобразное преломление в платонизме.

Платон и физика микромира

Физическое учение Платона (неотъемлемая часть всей его философской системы) не обходится без традиционных античных стихий – земли, воды, воздуха и огня. С самого начала говорится о частицах этих четырех стихий, причем взаимопревращения последних объясняются превращениями этих частиц.

Единственное, чем могут различаться частицы – это фигурой и размерами. Каковы же их фигуры? Частицы должны обусловить основные физические свойства (твердость, плавкость, воздухообразность, огнеобразность); они должны объяснить взаимопревращения всех стихий, за исключением земли как наиболее твердой и не подверженной для Платона превращениям[24]. Этим условиям, по Платону, удовлетворяют фигуры правильных многогранников. Таким образом описание первоначала приводит к появлению в теории некоторых математических структур (у Платона – правильных многогранников).

---

[24] Я.Г.Дорфман. Всемирная история физики с древнейших времен до конца XVIII века. М,, 1974, стр. 51.

Четыре многогранника Платона сопоставляются со стихиями: куб с землей, тетраэдр, октаэдр, икосаэдр с огнем, воздухом и водой, соответственно; пятый многогранник – додекаэдр – соотносится с самим космосом. Причем здесь заложен вполне определенный принцип: куб, сопоставляемый с землей, символизирует наименьшую подвижность и наибольшую крепость ее, тетраэдр, соответствующий огню,– наибольшую подвижность и т. д.

Взаимопревращения огня, воздуха и воды сводятся к превращениям соответствующих многогранников, эти превращения становятся возможными благодаря введению в платоновскую теорию микромира некоторых минимальных структурных единиц – треугольников – с соотношением сторон $1:\sqrt{3}:2$, таких треугольников, на которые разбиваются правильные грани тетраэдра, октаэдра и икосаэдра, если в них провести все три высоты. Для земли будут особые треугольники, на которые разбиваются грани куба при проведении
в них диагоналей и средних линий.

Платон вводит свои элементарные треугольники наподобие того, как в современной физике предлагается гипотеза кварков, объясняющая взаимодействия адронов. Для объяснения эмпирически наблюдаемых характеристик адронов кваркам приписываются определенные квантовые числа. Не вдаваясь в суть вопроса (это требует специального рассмотрения), отметим чисто внешнее сходство треугольников Платона и современных кварков: 1) ни те, ни другие не существуют самостоятельно, в «свободном состоянии», но всегда в «связанном»; 2) важную роль играет здесь число 3: есть три вида кварков, электрический и барионный заряды их равняются 1/3. По-видимому, здесь проявляются какие-то очень фундаментальные симметрии природы.

Процессы взаимного превращения многогранников

осуществляются благодаря непосредственным столкновениям движущихся частиц. Движение же возникает исключительно вследствие наличия неравенства, неоднородностей[25] космоса.

У Платона мы встречаем уже количественно оформленное учение о микромире: частица огня состоит из минимального числа треугольников–24 (число граней тетраэдра, умноженное на число элементарных треугольников, из которых состоит его грань), это объясняет наибольшую легкость огня и т. д. Количественная определенность частиц позволяет даже числовую, математическую запись взаимопревращений огня, воздуха и воды. Изложение учения о микромире вплетено у Платона в текст космологического диалога «Тимей», который не является у него приложением к другим диалогам, посвященным разбору категориальных проблем, а, наоборот, тимеевский космос и является иллюстрацией того, как отвлеченная логика понятий срабатывает в реальном, вещественном мире. «...Платон не был бы античным философом, если бы ограничился одной абстрактной диалектикой идей. И для Платона и для всей античной философии единственно конкретным и абсолютным бытием был космос – видимый, слышимый и вообще чувственно ощущаемый...»[26].

Причем основные категории, которые Платон пускал в ход для обоснования космоса, оказываются легко переводимыми на язык современной науки, «Рациональное зерно платонизма выясняется весьма выразительно тот час же, как только мы отвлечемся от той чисто спекулятивной интерпретации трех ипостасей, которая самому Платону была свойственна в глубочайшем смысле слова. Платоновское единое при позитивном его истолковании легко превраща-

---

[25] Платон. «Тимей». Соч., т. 3, ч. I. М., 1971, стр. 500.
[26] А.Ф.Лосев в кн. Платон. Соч., т.3, ч.I, стр.647

ется единство законов природы, а будучи находимым в каждой отдельной вещи, оно превращает ее в конкретную индивидуальность, не сводимую ни на какие отдельные ее свойства. Мировой ум в этом смысле мог легко превращаться, а с эпохи Возрождения и прямо превратился в систему математических
закономерностей, во всеобщую связь явлений, конструируемую при помощи законов природы. Но ведь сам закон природы, как сказано, есть только математическая формула: и,.. чтобы стать реальной характеристикой реального мира, он должен непрерывно осуществляться и реализоваться, должен находиться в движении. Это последнее как раз и создавалось платоновской Мировой душой, которую, следовательно, весьма нетрудно было представить в виде вечного и самопроизвольного движения всего космоса и материи. Эта материя, наконец, будучи в платонизме каким-то ничто и только воспреемницей, в позитивной науке тоже представлялась подчиненной тем или другим вечным закономерностям»[27].

Тогда оказывается, что идеи Платона, освобожденные от идеалистической оболочки могут быть интерпретируемы как научные теории, ибо каждая из них выступает как логическая модель отражаемого в ней фрагмента действительности, подобно позитивно понятым платоновским идеям – логическим моделям вещей.

Проблема «все во всем». Философия Анаксагора и бутстрап

Если космос – это упорядоченность многообразия мира, то на каждом элементе этого многообразия как-то отража-

[27] А. Ф. Лосев. Статьи по истории античной философии для IV— томов философской энциклопедии, стр. 34.

ется факт упорядоченности, т. е. определенного ориентирования каждой вещи относительно всех других вещей: каждая вещь «знает», как себя вести во взаимоотношениях с другими вещами, чтобы бесчисленные взаимодействия вещей вылились в стройное космическое целое.

Таким образом, в каждой вещи представлен весь космос, все мировое многообразие. Этот факт получает выражение в постановке проблемы «все во всем» и в попытках ее решения, вскрывающего механизм этой представленности.

Своеобразно принцип «все во всем» преломляется в атомистической философии. Для атомистов взаимопревращения вещей – это процесс перекомбинации атомов, которые вечны, неизменны, себетождественны в превращениях вещей, поэтому атомы как замкнутые на себя сущности оказываются просто «маленькими космосами», о чем уже шла речь выше.

Как «вариант и одновременно как альтернатива»[28] атомизму Левкиппа–Демокрита предстает философия Анаксагора, в которой принцип «все во всем» проводится отчетливее всего. Если считать, что деление бытия не останавливается на демокритовых атомах, но при этом сохранить принцип «бытие не может возникнуть из ничего», то получится, что во всякой вещи, сколь бы малой она ни была, содержатся все прочие (иначе как объяснить превращение одной вещи в другую?). Этот факт и выражен в понятии гомеомерии, как такой частицы данного качества, в которой содержатся частицы всех других качеств. Упорядоченность движения и сочетаний гомеомерий обеспечивается космическим умом (нус) как олицетворением всеобщего порядка вещей.

В современной физике альтернативой классического пони мания атома (элементарной частицы) можно считать

---

[28] И.Д.Рожанский. Анаксагор. М., 1972, стр. 5.

концепцию бутстрапа, по которой даже само существование частицы является результатом ее взаимодействия с другими частицами, последние же сами зависят от взаимодействия с данной частицей. Таким образом, здесь резко нелинейная картина взаимодействия элементов некоторой самосогласованной системы.

Следует отметить, что нелинейным является также и единое поле Гейзенберга, где в факте нелинейности выражено самодействие первичного поля. В физике элементарны» частиц упорядоченность взаимодействий («рассеяний») частиц обеспечивается всякий раз вполне определенным видом 5-матрицы. Но S-матрица лишь переводит частицы из состояния при $t = -\infty$ в состояние при $t = +\infty$, т.е. по существу работает с абстракциями «свободных частиц», сам же акт взаимодействия оказывается за пределами «видения» понятийно-математического аппарата физической теории. Вообще физика до сих пор тяготела к рассмотрению стационарных процессов, описание же взаимодействий тем производилось при помощи всякого рода инвариантов, при этом само взаимодействие объектов объявлялось «переходным процессом», в отношении которого многого уже не спрашивается. А ведь взаимодействие, по словам Энгельса – «первое что выступает перед нами когда мы рассматриваем движущуюся материю»[29].

Уже из приведенного беглого обзора досократовской философии видно, что проблемы космологического периода античной философии и современной теоретической физики имеют так сказать одну и ту же структуру и, следовательно, их разрешение характеризуется однотипностью ходов мысли, осуществленных в рамках обеих из указанных картин мира. Это побуждает к дальнейшим более детальным исследованиям.

---

[29] К.Маркс, Ф.Энгельс. Соч., т. 20, стр. 546.

Дж. Т., АХМЕДЛИ, Ф. М. ЭФЕНДИЕВ

К МЕТОДОЛОГИЧЕСКИМ ОСНОВАМ РАЗБИТИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ДВИЖЕНИИ

Мысль Ф. Энгельса о том, что с каждым более или менее значительным шагом в развитии естествознания материализм приобретает новую форму, можно полностью отнести и к развитию материалистических представлений о движении. Принципиально новые достижения и открытия в естествознании ведут к обогащению и философских представлений о движении. Широко известно, например, громадное стимулирующее воздействие на развитие общих представлений о движении, оказываемое современными учениями о сложных управляющих и самоорганизующихся системах.

Важнейшее значение в совершенствовании философского учения о движении имеет развитие физики, что определяется местом и ролью физики в структуре естествознания. Физика исследует исходные, элементарные единицы в структуре материи. Соответственно в ней исследуется движение па исходных, элементарных уровнях структуры материи, на базе которых возникают представления о более сложных видах движения.

Нас будет интересовать прежде всего развитие общих представлений о движении в плане их связи с развитием представлений об элементарных объектах в физике. Представления о движении и представления об элементарных объектах в физике внутренне взаимосвязаны, взаимодополняют и взаимообслуживают друг друга. При этом мы предполагаем, что в развитии учения о движении действует та общая теоретико-познавательная закономерность, основу которой составляет принцип соответствия.

Методологический анализ проблемы элементарности

связан с поисками и выбором наиболее оптимальных методов проникновения физики в глубь материи и прогнозированием этого развития.

Первые строго научные представления о движении в физике сложились в ходе становления классической физики и прежде всего – классической механики. Классическая механика рассматривает движение как перемещение тел в пространстве, причем с самими телами не происходит никаких внутренних преобразований. Другими словами, движение здесь рассматривается как простое перемещение тел с неизменными элементарными объектами. Сами по себе внутренние свойства материи не зависят от движения. В этих случаях в роли элементарного объекта выступает материальная точка и соответственно такому представлению об элементарности движение определяется динамическими законами с однозначностью связей, равнозначностью параметров исследуемых объектов.

Электромагнитные явления пошатнули представление об универсальности механической картины мира. Наряду с веществом появилась и другая физическая реальность – поле Согласно этим изменениям движение представляется как перемещение заряженных частиц и как распространение электромагнитных волн. Но по существу первой естественнонаучной теорией, изменившей механическое представление движения, является теория относительности. Введя новые представления о роли и значении скорости света в физической картине мира, теория относительности показала, как временные и пространственные характеристики тел во Вселенной связаны с их взаимным движением, соответственно этому «инертность» стала рассматриваться не как нечто присущее частице самой по себе. Это, ранее рассматриваемое как «врожденное» свойство тел, представляется как результат связанности и единства любой материи.

Специфической чертой релятивистской физики является использование в ней нового теоретического языка – языка событий. В структуру теории вошел новый вид элементарности, который стал определяться как событие. Использование языка событий дало возможность анализировать явления иной природы, чем просто механические. В этих областях физики движение выступает не «само по себе», изолированно, а внутренне, связано с временными и пространственными свойствами и определяется в своей новой обобщенной форме как воздействие, связывающее одно событие с другим. «Каждое событие так или иначе воздействует на некоторые другие события и само подвержено воздействиям других событий. Вообще воздействие и есть движение, связывающее одно событие с другим через ряд промежуточных событий»[1].

Определяющей специфической особенностью квантовой механики является корпускулярно-волновой дуализм, в основе которого лежит идея «сочетания» понятий частицы и волны, кванта и поля, прерывного и непрерывного. Для понимания природы элементарности в квантовой механике существенно, что в ней используется как понятие микрообъекта, так и понятие событий. Сочетание языка объектов и языка события обусловлено использованием теории вероятностей. В квантовой механике события рассматриваются как обладающие определенной структурой, связанной с природой квантового объекта и характером макроусловий. Идея нераздельной связи квантового объекта и его макроокружения изменяет представления о физическом движении.

Динамические переменные – координаты и импульсы –

---

[1] А.Д.Александров. Пространство и время в современной физике в свете философских идей Ленина. «Ленин и современное естествознание», М., 1969, стр. 226.

не объединяются в целостную картину при описании движения частицы. Постановка вопроса: в какой точке должна находиться частица и по какой траектории она летит – не получает ответа от «новой» механики. «Таким образом механика, которой подчиняются атомные явления, – так называемая *квантовая* или *волновая механика,* – должна быть основана на представлениях о движении, принципиально отличных от представлений классической механики. В квантовой механике не существует понятия траектории частицы. Это обстоятельство составляет содержание так называемого *принципа неопределенности* – одного из основных принципов квантовой механики...»[2]. Для понимания природы движения в области квантовой механики требуется не знание ее траектории, а анализ характера изменений внутренних свойств квантовой системы.

Согласно современным представлениям элементарные объекты характеризуются весьма сложной внутренней структурой и относительностью свойств. Элементарную частицу невозможно представить без взаимодействия с вакуумными полями и существующего вокруг каждой из них динамического «облака» виртуально испускаемых и поглощаемых частиц.

Физика элементарных частиц в самих основах несовместима с классическим образом движения – представлением о непрерывности движения тождественных себе частиц. Законы движения элементарных частиц в своей основе определяются как внутреннее преобразование частиц.

Подытоживая все сказанное, можно сделать вывод, что развитие физики привело к громадным качественным обобщениям в раскрытии природы физического движения, прежде всего – на элементарном уровне. Первоначальные представления основывались на рассмотрении движения

---

[2] Л.Л.Ландау и Е. М. Лифшиц. Квантовая механика, М., 1963,

как простого пространственного перемещения неизменных элементарных объектов. Основу современного понимания природы физического движения составляют закономерности внутренних преобразований свойств и структурных отношений элементарных частиц.

Г. Г. КУЛИЕВ

ПРОБЛЕМЫ И ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННОГО АТОМИЗМА

Развивающееся научное знание немыслимо вне атомистического стиля мышления. История развития научной мысли есть в некотором отношении история становления и формирования атомистических представлении и установления последних как основополагающих идей естествознания. Ретроспективный взгляд на ход развития знания обнаруживает, что все значительные вехи постижения строения материи так или иначе были связаны с попытками разрешения концептуальных трудностей науке в термина:; атомизма. Непреходящее эвристическое содержание идеи атома подтверждено всем ходом эволюции человеческого познания. Отмечая методологическую роль данной идеи, мы обычно подразумеваем меняющуюся от этапа к этапу познавательную функцию, которую выполняет концепция атома в различные моменты развития знания. Само постоянное обращение к атомистической традиции лишний раз подчеркивает, что в науке неизбежны ситуации, когда особенно явственно проступает органическая связь между запросами познания и атомистическим стилем осмысления проблем.

На современном этапе атомистический подход приобретает вместе с новым содержанием принципиальное значение, в особенности для прогресса физической науки. В наши дни по-новому ставится вопрос, о теоретико-познавательном содержании и смысле атомистических представлений. Это, в частности, находит свое выражение в тенденции современной физики (главным образом важнейших ее разделов – квантовой физики и теории элементарных частиц) к методологическому осмыслению статуса

понятий элементарности, неделимости, структуры и др. Указанная тенденция есть следствие кризиса концепций неделимости и элементарности в структуре современного научного познания. Кризис основных признаков атомистического стиля мышления предваряет как правило поиск новых форм атомистической интерпретации научных проблем. Другими словами, на каждом исторически важном этапе установление несостоятельности общепринятых критериев атомизма в описании нового знания формирует совершенно новый круг атомистических проблем. Аналогичная ситуация сложилась в современной физике. Анализируя общее, состояние теоретических направлений физической науки, многие исследователи приходят к выводу, что успешное развитие последней, возможно, будет осуществляться в рамках проблемы «очередного атома». В контексте атомистической проблематики характеризуются наиболее важные методологические проблемы современной физики. При этом делаются? недвусмысленные указания на необходимость коренного пересмотра содержания понятий элементарности и неделимости[1].

Как известно, изучение внутреннего строения элементарных частиц является одним из наиболее многообещающих направлений физического познания. С решением проблемы структуры микрообъектов тесно связано прояснение широкого круга вопросов как теории элементарных частиц, так и космологии. Узловые ситуации данных областей физики выдвигают на первый план задачу разработки средств адекватного описания своеобразных черт строения микрообъекта. Это ориентирует физическую мысль на поиск «очередного атома». Ясно», что удовлетворительное описание строения микрообъектов возможно

[1] См. А.Турсунова. Новейшие идеи и методологические проблемы физики. «Вопросы философии», 1972, № 5.

лишь в терминах новой концепции атома. Однако- реализация указанной программы наталкивается на ряд трудностей, которые будут освещены в ходе нашего анализа проблем и тенденций развития атомистических представлений в. лоне современного физического знания.

В ходе развития современной физики стали возникать ситуации, в которых явственно проступали внутренние противоречия атомистического подхода. С формированием нового понятийного аппарата становилось ясно, что реальность не атомистична в духе представлений классической физики и в то же время идея атома продолжает эффективно «работать» в науке. С одной стороны, обнаруживается преемственность атомистических концепций, подчеркивается их актуальности к эвристичность в системе современного научного познания, а в другой – настойчиво проводится мысль, что в прошлом в корне заблуждались при построении атомистической картины мира. Как могло случиться, что неверная в своей основе мысль продолжает сохранять свое познавательное значение? По мнению К. Поппера, наличие такой ситуации свидетельствует о «существовании глубокой философской проблемы», которая заслуживает внимания исследователей[2].

Мри поверхностном анализе кризисного состояния физики начала нашего столетия ситуация действительно имеет парадоксальный характер. Это состояние определяют две альтернативные тенденции: отрицание плодотворности атомистических представлений и построение понятийного аппарата физики на совершенно новой атомистической основе. Именно в связи с этим атомистический подход подвергается неосновательной критике позитивистами, которые настойчиво стремились усилить антиатомистиче-

[2] Karl Popper. The nature of philosophical problems and their roots in science, Brit. J. Phil. Sci., 195 vol III, pp. 1-3-144.

скую тенденцию. Но антиатомистическая тенденция не отвечала и не отвечает внутреннему ходу развития естественнонаучной мысли. Подобные тенденции мотивируются метафизическими моментами оценки кризисных ситуаций. Суть рассмотренной проблемы в том, что физики к началу XX века отошли от одного понятия «атома», а до «очередного» не дошли[3]. Прежнее натурфилософское понимание атома как абсолютно неделимого элемента абстрактного бытия перестало в строгом смысле этого слова отвечать требованиям науки, а новые критерии атомизма еще не были разработаны. Так что речь может идти о несостоятельности привнесения в понятийную систему натурфилософского «нюанса» атома

Легко заметить, что указанное противоречие как бы ставит под сомнение главную идею атомистической традиции – идею неделимости. Кажется естественным игнорирование позитивного содержания идеи неделимости, если констатацию ее относительного смысла доводить до крайностей. Между тем эта идея определяет своеобразие любой формы атомизма и объединяет все эти формы в одну общую атомистическую традицию. Внутреннее противоречие современного атомизма не упраздняет позитивное значение идеи неделимости, а раскрывает ее новое содержание. На современном этапе эта идея вступает в определенное отношение с принципом неисчерпаемости материи. Признание неисчерпаемости «атома» находилось в полном согласии с диалектическим положением о многообразии качественно различных уровней организации форм движения материи. Но диалектическое положение о неисчерпаемости свойств и отношений объекта отнюдь не ведет к отказу от идеи неделимости, а скорее всего организует на каждом уровне познания научный поиск новых неделимых

[3] См. В.И.Ленин. Полн. собр. соч., т. 18 стр. 292, 302.

свойств и отношений. Обнаружение нового уровня строения исследуемого объекта означает лишь начальную фазу постижения его сущности, в то время как построение адекватной картины объекта связано с открытием новых форм неделимости элементарности. Вот почему вместе с констатацией относительности «атома» важно акцентировать внимание и на теоретико-познавательном значении идеи неделимости.

В ходе познания свойств объекта наблюдается диалектическое взаимодействие неисчерпаемости и неделимости. Причем, на наш взгляд, эвристически функционирует не соотношение идей неисчерпаемости и неделимости, а борьба этих идей как противоположностей. Если акцент смещается в сторону абсолютизации познавательного статуса неисчерпаемости, то наблюдается тенденция «включения» в строй мышления идеи неделимости. Это и не случайно, поскольку неисчерпаемость материального объекта фиксирует мысль о многообразии его относительно неделимых свойств. Фиксация неисчерпаемости есть необходимое условие для перехода на качественно новый уровень неделимости. Таким образом, современная наука рассматривает объект исследования в призме иерархии уровней неделимости. Это своеобразие современного атомизма с гениальной прозорливостью предвосхитил Энгельс. Он отмечал, что уровни неделимости «являются различными узловыми точками, которые обусловливают различные качественные формы существования всеобщей материи»[4]. Если уровни неделимости суть узловые точки бытия, то идея неделимости фиксирует узловые моменты познания.

Можно проследить решающее значение идеи неделимости при создании квантовой теории. Еще до формиро-

[4] К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 608 -609.

вания новой понятийной системы в физике отчетливо ставился вопрос о несостоятельности прежних способов описания атома как (неделимой) целостной динамической сущности. Именно эта неспособность классической физики объяснить неделимость атома в рамках собственных представлений привела Н. Бора к мысли рассмотреть спектральные закономерности водорода сквозь квантовую призму и тем самым попытаться разрешить проблему устойчивости и изменчивости (радиоактивный распад) атома. Он предположил, что само видоизменение атома (переход из одного стационарного состояния в другое, причем в этих состояниях система может оставаться сколь угодно долго неизменной и неделимой) связано с актами испускания или поглощения неделимых, квантованных значений энергий. Это означало, что двойственный аспект атома обусловлен существованием квантовых закономерностей. Эти закономерности устанавливали связь между уровнями неделимости (стационарными состояниями) атома.

Квантовая теория привносит в концепцию атома новое содержание: представляется возможность понимания сущности объекта в плане «взаимодействия» двух аспектов неделимости: внешней (например, химической) и внутренней (квантовой). Внешняя неделимость атома обусловлена неделимостью внутренних элементов и актов поведения последних. В этом случае в понятие неделимости вкладывается содержание, позволяющее объяснить своеобразие системы, элементами которой выступают атомы. Внешняя неделимость служит как бы средством анализа явлений в терминах атома. Понимание самого атома как целостной системы обеспечивается внутренней неделимостью, которая выполняет функцию синтетического описания атома. Так, элементарные частицы сочетают в себе и признак «элементарности», и признак структурности, а это

свидетельствует о том, что раскрытие «элементарной» сущности микрообъектов полагает рассмотрение и внутреннего и внешнего аспектов элементарности. Внешние мотивы элементарности – это мир явлений, элементом анализа которого являются микрообъекты, а внутренние мотивы элементарности находят свое полное выражение в факте относительной устойчивости микрообъектов.

Определенные сдвиги в атомистическом подходе наметились и в ходе осмысления корпускулярно-волнового дуализма элементарных частиц, что есть следствие основного факта микроявлений. Понимание того, что не атомизм вообще непригоден для изучения квантовых процессов, а непригодны существующие в классической физике ограниченные представления, позволило Гейзенбергу раскрыть в форме соотношения неопределенностей фундаментальную особенность концепции атома на квантовом уровне. Поскольку физика исследует свои объекты классическими средствами, которые действуют по принципу «либо волна, либо частица», постольку неизбежны и «неопределенности» в адекватном описании объекта. Если наблюдение фиксирует корпускулярный аспект частицы, то в нашу картину неизбежно вкрадывается «неопределенность» (огрубление), что вызвано волновой сущностью последней. Критерий применимости атомистического подхода, как и волнового, устанавливается соотношением неопределенностей. Возможность относительно полного описания квантовых процессов решается в рамках концепции дополнительности. Особенности микрообъекта невозможно адекватно передать ни корпускулярной картиной, ни волновой, но в то же время экспериментальная ситуация исключает и одновременное их применение. Тем не менее, обе эти картины необходимы для удовлетворительного осмысления атомных явлений. Это требование выполняется «дополнительным» подходом, т. е. корпускулярный образ

микрообъекта дополняется волновой картиной. Как видно, соотношение неопределенностей и принцип дополнительности подчеркивают важность атомистического стиля мышления в процессе познания микроявлений. Квантовая теория значительно расширила содержание понятия «атом», но при этом столь же существенно пересмотрела классическое понимание атома. Отход от классического атомизма в процессе проникновения во все более тонкие структуры на самом деле правильно будет назвать походом за атомизм более эвристичный и адекватный сущности исследуемого уровня строения материи. В ходе формирования квантовой физики были выявлены условия плодотворного функционирования идеи неделимости и наметились определенные тенденции в развитии атомистической мысли на современном этапе. Эти тенденции в настоящее время реализуются в физике элементарных частиц.

Необходимость в очередном пересмотре представлений атомистики была вызвана в современной физике установлением всеобщей превращаемости элементарных частиц. Это открытие привело к кризису критерия элементарности. Всеобщая превращаемость элементарных частиц была воспринята как свидетельство их «структурности». Коренное видоизменение бытия на микроуровне в актах взаимодействия (причем взаимодействие обусловливает характер видоизменения, т. е.. производит типизацию частиц по структуре) указывает, в частности, на актуальность разработки критериев атомизма и, соответственно, построения новой концепции атома. Рассмотренное обстоятельство дает некоторое основание для оценки роли принципа «видоизменения» сущности бытия в качестве предпосылки поиска «очередного атома». Как правило, именно вместе с констатацией нового типа видоизменения начинается процесс пересмотра критериев атомизма и поиск новой концепции атома. Действие данного принципа

можно проследить и у истоков атомистической традиции.

Атомистическая ситуация в познании первоначально была намечена неявно в основном усилиями элеатов. Они утверждали, что видоизменяющееся бытие не может быть однородным, а неоднородное бытие по логике элеатов делимо. Допущение видоизменяемости (неоднородности) сущего включало в действие парадоксы Зенона. В своем известном аргументе (апорий о многом), направленном против такого допущения, Зенон в ясной форме проводит мысль, что в самой постановке вопроса о структуре сущего содержится возможность альтернативного постулирования атома. В дальнейшем эти моменты элеатизма были позитивно реализованы. Признав факт видоизменения объектов реального мира, греческие атомисты ввели в науку важное положение: основанием изменчивости сущего и средством его осмысления является атомизм. Это положение допускало сведение многообразия изменчивых форм к неделимым элементам и давало удовлетворительное объяснение явлений.

В теории элементарных частиц в своеобразной форме проступает потребность возвращения к первоначальным истокам атомизма. Здесь как бы наблюдается «повторение» элейско-атомистической ситуации. Однако это повторение формируется на совершенно новой конкретно-научной основе. Физики столкнулись с проблемой структуры микрообъектов, как только установили факт взаимопревращаемости элементарных частиц, т. е. обнаружение видоизменения элементарных частиц «синхронно» наметило поле проблематики – неоднородность внутреннего строения объектов микромира. Экспериментальные исследования Хофштадтера подтвердили наличие у протонов и нейтронов пространственной электромагнитной структуры. С аналогичной ситуацией физика столкнулась и в конце прошлого столетия, когда открытие радиоактивной видо-

изменяемости химических элементов предварило исследования структуры атомов. Как видно, генезис концепций в лоне атомистической традиции подчиняется определенным закономерностям. У проблемы «очередного атома» на любом этапе познания имеются свои предпосылки Процесс поиска атома начинается в том случае, если в ходе исследования нового уровня строения материи устанавливается характер его видоизменения, что свидетельствует о сложности строения данного уровня, и задача осмысления внутренней структуры предполагает поиск элементов последней. Как было показано выше, в теории элементарных частиц эти предпосылки поиска «очередного атома» имеются. И новейшие представления о праматерии суть теоретические пути реализации общей задачи физики – найти новый тип устойчивой и неделимой «частицы».

Примечательно, что данная задача реализуется в основном традиционным атомистическим подходом – на сегодняшний день структурность фундаментальной «частицы» (кварк или фридмон) не конкретизируется. Иначе говоря, еще не ставится вопрос о неделимости и видоизменяемости объектов субквантового уровня. Эти объекты в прямом смысле полагаются фундаментальными (требование неделимости и неизменности безусловно), так как на данном этапе плодотворна именно абсолютизация критериев атомизма. Другими словами, современная физика в этом плане отвлекается в известной мере от принципа неисчерпаемости, отодвигает его на задний план. Переход на субквантовый уровень необходим для понимания процессов квантового уровня, поэтому вводится условно эвристическая процедура ограничения сферы познания субквантовым уровнем. Фундаментальные «частицы» должны объяснить как элементарно-структурную сущность микрообъекта, так и просто его элементарность.

В многочисленных попытках найти адекватную картину

внутреннего строения элементарных частиц встречаются следы почти всех типов атомистических воззрений. Стало естественным находить в современном атомизме, например, черты монадологического умозрения. Монадологический подход к решению проблемы очередного атома представляется более радикальным[5]. Эта тенденция предусматривает возможность отказа от классических понятий структуры, делимости и др. Понимание структуры в смысле «нечто состоит из чего-то» в этом случае действительно становится непригодным, поскольку монада есть лишенная протяжения и строения «точка» с многообразием свойств и отношений. В монадологической картине микрообъекта строго учитывается соотношение неисчерпаемости и неделимости. По мнению П.В.Копнина, положение о неисчерпаемости элементарной частицы не следует понимать так, что речь обязательно идет о делимости последней, скорее – о богатстве ее свойств, отношений и опосредований. С этим нельзя не согласиться. Ясно, что и понятие структуры не обязательно должно включать смысл «нечто состоит из чего-то», а скорее всего – нечто обладает такими-то свойствами. Так что неисчерпаемость объекта и его атомарная сущность на самом деле не взаимоисключают друг друга. Как раз в форме неделимых состояний фиксируется многообразие свойств объекта (масса, заряд, спин и прочие атрибуты элементарных частиц), определяющее его самобытность. Монадологический подход, как отмечает М.А.Марков, позволяет в известном смысле провести синтез свойств ультрабольшого и ультрамалого объекта. И предложенная автором модель «фридмонной частицы» представляет картину «почти» замкнутой вселенной в ми-

[5] П.В.Копнин. Логические основы науки. Киев, 1968, стр. 85–91; М.А.Марков. О понятии первоматерии. «Вопросы философии», 1970, № 4.

ниатюре. Полагается, что в свойствах микрочастиц каким-то диковинным образом заключено свойство крупномасштабных объектов и выявить эту связь можно в терминах очередного атома. Следует отметить, что в последнее время все чаще высказывается мысль о невозможности окончательного прояснения вопросов физики элементарных частиц без анализа ряда космологических проблем. С другой стороны, подчеркивается, что истоки самой космологии по всей вероятности находятся в лаборатории микромасштабных исследований. В этом направлении в качестве первого шага предполагается построение теории, включающей гравитационные, релятивистские и квантовые представления. Выполнение этой задачи в какой-то мере зависит и от правильной методологической оценки значения атомистических идей в решении конкретных проблем современной физики. Несомненно, что на путь построения новой картины реальности физическое познание направляется и атомистическим стилем мышления. Монадологический подход в этом плане отражает лишь одно направление в развитии современного атомизма.

Ряд исследователей в вопросе о строении элементарных частиц отдает предпочтение «точечному» атомизму[526]. Так, по Расселу, любая структура предполагает отношения, а отношения задаются классом простых элементов. Этот класс бесструктурных «точек» позволяет вести анализ структуры. Предлагая такое описание структуры, Рассел отмечает лишь плодотворность теоретического представления элементарной частицы как класса органически связанных материальных точек и свойства частицы суть отношения элементов искомого класса. Хотя сами элементы

---

[6] См. Бертран Рассел. Человеческое познание. М., 1957, стр. 284-293; Г. Гендель, В.Пановский. Структура протона и нейтрона. «Успехи физических наук», 1973, т.106, вып.2.

впоследствии (скажем, на субквантовом уровне) могут с необходимостью подвергнуться дальнейшей «элементаризации». Это обстоятельство тем не менее не мешает рассматривать их на данном этапе познания неделимыми и бесструктурными. Другими словами, проблема решается в рамках иерархического подхода, где основные условием является допущение релятивности критериев атомистического подхода. Несостоятельность такой процедуры заключается, на наш взгляд, в том, что при этом игнорируется качественное своеобразие самих уровней.

Уровни неделимости, отмечал Ф. Энгельс, должны отражать особенности «узловых» форм существования всеобщей, материи. Идея иерархии структурных уровней с учетом качественного своеобразия форм организации материальных объектов может сыграть определенную роль методологического принципа. В каждой исторически определенной концепции «атома» выражены отличительные черты соответствующего уровня материи и между самими концепциями установлены соотношения, адекватные естественным связям уровней материи. Эти данные науки придают структурному подходу позитивный смысл и оправдывают экстраполяцию знания одного уровня на последующий (что характерно для современных структурных исследований). Эта идея предполагает, например, отказ от абсолютного смысла кванта при переходе на субквантовый уровень, что, в свою очередь, повлечет к радикальному пересмотру принципа неопределенности и других положений физики.

Проблемы современного атомизма, как было показано, поднимают на качественно новую основу идеи и представления античного и классического периодов развития научной мысли. Это свидетельствует о сложности проблем современности, в решении которых важное место занимает атомистический стиль мышления, и кроме того подчерки-

вает плодотворность прежних форм атомизма в построении картины микрообъекта. Было бы неверно, однако, утверждать, что современная физика решает свои проблемы доселе разработанными и апробированными методами постижения структуры материи. Физика в ходе своего развития намечала и намечает конкретные, специфические пути осмысления явлений. Проблема строения элементарных частиц предусматривает в этом смысле разработку более «диковинных» средств познания микромира. Вопрос же плодотворности традиционного атомистического подхода к решению проблемы структуры микрообъекта поднимается в плане ориентации физического мышления на тот или иной путь поиска методологического принципа. Атомистическая традиция как бы подсказывает исследователю, в каком направлении, в каком теоретическом ключе вести разработку средств постижения внутреннего строения элементарных частиц. Сами атомистические идеи (например, америзм или монадология) непосредственно не функционируют в современном физическом познании в качестве принципа исследования, но они существенно влияют на процесс его построения. Эти идеи непосредственно характеризуют тенденцию развития современного атомизма, содержание которого определяется отличительными чертами современной физики, но отнюдь не классической или античной.

Как видно, преемственная связь моментов развития атомистической мысли и специфика проблем атомизма на современном этапе находят свое «созвучие» в контексте проблем физики элементарных частиц. Очевидность этого положения, казалось бы, бесспорна. Тем не менее в высказываниях некоторых физиков нередко содержится намек на целесообразность продолжения «диалога» между античной наукой и современной физикой по проблеме стро-

ения материи[7]. По нашему мнению, такое сопоставление возможно лишь в том случае, если предварительно оговорены отличительные черты античной науки и современной физики. В противном случае сама попытка проведения «диалога» между античными атомистами и современными физиками обречена на неудачу. Нет сомнения, что в мышлении древних (линия Демокрита) атомы представлялись вечными и неразложимыми и что в современном понимании атом – относительно неделимая и стабильная частица. Но это не дает основания утверждать, что современная физика в этом вопросе выступает против античной науки. В натурфилософии атомизм абстрагируется от бытия вообще (атом суть абстрактная частица не менее абстрактного бытия), а это в принципе исключает полную аналогию с современной атомистикой, отражающей особенности того или иного конкретного уровня строения материи. Современное понимание семантического смысла концепций атома основывается на том, что различия между концепциями фиксируются различиями в уровнях бытия. И аналогии в этом случае вполне допустимы, если предварительно установлены определенные соответствия между основаниями концепций. В свете изложенных замечаний можно сказать, что современная физика в вопросе об абсолютной неделимости элементов исследуемого ею уровня материи только в том случае может опровергнуть демократический атом, если будет доказано, что данный уровень и есть бытие вообще в натурфилософском его понимании, есть изначальное состояние материи и что на этом уровне не выполняется натурфилософский критерий атомизма. Но современная физика не опровергает и не подтверждает в

[7] L. de Broile Physics and microphlsics. New York, 1955, p. 42; В. Гейзенберг. Развитие понятий в физике XX столетия. «Вопросы философии», 1975, № 4, стр. 79–80.

строгом смысле античные концепции атома. Это, впрочем, не отвечает и запросам физического познания. Современное естествознание открывает и исследует не атомы Демокрита, но посредством последних осуществляет процесс проникновения во все более глубокие области в строении вещей. Античный атомизм в этом плане есть средство, способ, стиль постижения структуры объекта. Главная мысль греческой атомистики заключена именно в идее неделимости (и элементарности) как условия и плодотворно действующего принципа изучения многообразия форм и уровней бытия. И то, что поиск «атома» выступает в некотором смысле в качестве неотъемлемого свойства человеческого познания, служит естественным подтверждением непреходящей познавательной роли идеи неделимости.

Неразрывная связь атомистического стиля мышления с ходом и структурой познания объясняется, в первую очередь, тем, что из всех завоеваний человеческой мысли наибольшую информацию о мире содержит в себе атомная гипотеза (Р. Фейнман). Весьма своеобразное решение этого вопроса дает Р. Хофштадтер: «...поиски фундаментальных частиц будут продолжаться до тех пор, пока человек сохранит жажду знания»[8]. Интересно, что к такому выводу приходит физик, не так давно подтвердивший экспериментально сложность строения нуклонов. В этом высказывании дана гносеологическая оценка соотношения принципа неисчерпаемости и идеи неделимости. Именно стремление к познанию сущности бытия направило раннегреческую философию на путь атомизма и в учении Демокрита с эвристической стороны заключено это стремление. Оно «инвариантно» до тех пор, пока в нас сохраняется жажда знания. Уже одно то, что идентичные научные концепции (атомистические учения китайских, индийских и

[8] См. «Логика и методология науки». М., 1967, стр. 240.

греческих мыслителей) в плане историческом появились независимо друг от друга в разных интеллектуальных средах дает косвенное указание на наличие «скрытого механизма» генетической и органической связи атомистического стиля мышления с процессом познания. И то, что развитие современной физики намечает пути конкретизации отвлеченных идей атомистов прошлого и подчеркивает фундаментальный смысл поиска атома, также есть выражение непреходимости идеи атома в человеческом познании. Противоречия и тенденции в развитии современного атомизма вызваны тем, что структура физического познания «перестраивается» на новый понятийный лад для адекватного отражения явлений микромира, и поскольку без атомистического стиля мышления невозможно функционирование понятийного аппарата с необходимостью обусловливает процесс пересмотра критериев атомизма. Продвижение физической мысли по пути успешного решения проблем теории элементарных частиц во многом зависит от характера методологической ориентации на поиск «очередного атома». Такая ориентация и предусматривает прежде всего детальный анализ критериев атомизма.

Р. О. КУРБАНОВ

РАЗВИТИЕ КАТЕГОРИИ ВЗАИМОДЕЙСТВУЯ В ФИЗИЧЕСКОМ ПОЗНАНИИ

Категория взаимодействия как одна из всеобщих категорий познания с развитием науки приобретает все большее значение. Именно этим объясняется заметно возросший интерес к ней в последнее время. Особое значение имеет анализ категории взаимодействия для философского обобщения вопросов, выдвигаемых физикой.

Чтобы правильно оперировать категориями, надо знать их природу и происхождение. Здесь совершенно необходим исторический экскурс, который дал бы адекватную картину возникновения, становления и развития категорий взаимодействия. Задача настоящей работы проанализировать развитие содержания категории взаимодействия в связи с развитием физической науки. Такое рассмотрение обусловливается, на наш взгляд, тем, что категория взаимодействия одинаково фундаментальна для философии и физики.

Категория взаимодействия, занимающая фундаментальное место в концептуальном аппарате современной физики, явилась результатом исторического и логического развития понятия силы, «введение которой в основную структуру физики может быть рассмотрено как начало современной науки»[1].

Первые философы античности, считавшие субстанцию мира безграничной и бессмертной, еще не поднимали вопроса о возможном источнике его движения. В возникновении концепции динамической каузальности важную роль сыграла реакция на философию элеатов. Благодаря учению

[1] Max Jammer, Concepts of force. Cambridge, 1957, p. 14.

Парменида о неподвижности бытия первоначальные стихийные догадки о внутренней активности материи уступили место представлениям об инертности тел, для приведения в движение которых требуются какие-то внешние реальные или ирреальные агенты. Такими агентами выступали еще не освобожденные от мифологической оболочки силы. По видимому, впервые в греческом мышлении сила в качестве регулирующего фактора в природе появилась в учениях Анаксагора об «уме» и Эмпедокла о «любви» Оба философа с помощью этих начал, как более или менее определенных сил, стремились объяснить причину движения[2]. Эти начала, будучи причинами движения, с полным основанием могут быть интерпретированы как «силы», хотя их не считали «невещественными». Согласно Анаксагору и Эмпедоклу, они простираются в пространстве и являются материальными. Дальнейшее развитие представлений о взаимодействии связано с появлением древнегреческого атомизма, одной из существенных особенностей которого было противопоставление неизменных и неделимых частей материи – атомов пустому пространству. В сущности, уже первое разграничение бытия (атомов) и инобытия (пустого пространства) как физических реальностей включало представление о взаимодействии тел, обладающих бытием. У Демокрита пространство, заполненное материей, то есть тело, отличается от пустого незаполненного пространства именно способностью воздействовать на другие тела и претерпевать их воздействие. Таким образом, мы находим у Демокрита зачаточную форму очень важной идеи, представления о непрерывной связи между бытием тела и его взаимодействием с другими телами. Следует, однако, подчеркнуть, что концепция взаимодействия у Демокрита в общем носила механисти-

[2] Marshall Clagett. Green Science in antiquity. New York, 1966, p. 52

ческий характер. Он считал, что все природные процессы можно исчерпывающе объяснить, исходя из представлений о механическом взаимодействии атомов, отличающихся друг от друга лишь формой и механическим движением. Жизнь, психические явления, по Демокриту, также являются результатом разнообразных сочетаний неизменных частиц. Но несмотря на известный механицизм, представления Демокрита о природных явлениях, в том числе биологических и психических, как закономерных процессах, вызываемых взаимодействием материальных частиц, имели огромное прогрессивное значение и оказали плодотворное влияние на все последующее развитие материалистической философии и естествознания.

Известно, что система Эпикура, внесшего радикальное изменение в древнегреческую атомистику благодаря представлению о свободном отклонении при объяснении природных, а также духовных явлений, допускала только физические взаимодействия атомов друг с другом.

Одной из важных идей Эпикура, действительно оказавшей огромное влияние на становление классического понятия силы, была идея о необходимости внешней причины для изменения скорости взаимодействия и движения атома. Основные положения греческого атомизма о взаимодействии и движении однородных, неделимых атомов, о пространстве и времени, причинности легли в основу механистического мировоззрения, «установление которого явилось концептуальной революцией первой величины»[3].

Платон в своих «Диалогах» указывает, что определением бытия является «сила», так как вещи проявляются именно через силу. Все существующее имеет силу, но сила предполагает движение, которое сводится им к принципу

[3] Robert Hugh Kargon. Atomism in England from Harriont to New ton. Oksford, 1966 (preface).

самодвижения или души. По Платону, «мыслить о природе любой вещи возможно при условии рассмотрения ее способности: на что и как оно по своей природе может воздействовать или, наоборот, что и как может воздействовать на нее»[4]. Познание природных явлений он связывал с познанием взаимодействия. Он пишет: «Кто захотел бы исследовать эти явления как должное, все тут оказывается лишь в этих сплетенных между собой взаимодействиях вещей»[5]. Необходимо отметить, что впоследствии эти воззрения Платона оказали определенное влияние на становление учения Лейбница, в котором физические тела являются лишь пространственно-временными проявлениями духовных сущностей (монад) в момент их действия и противодействия[6].

Анализ развития представлений о взаимодействии в работах Аристотеля показывает, что он сводил качественное изменение к взаимодействию материальных объектов. Он утверждал, что «все качественное изменяющееся изменяется от воздействия чувственно воспринимаемых вещей и что качественное изменение присуще только тому, что само по себе испытывает воздействие чувственных вещей»[7]. Однако в своей механике он ограничивался исключительно понятием силы, проявляемой в толчке и тяге, и отвергал платоновскую концепцию силы как нечто врожденное материи. Он требовал объяснить движение тел путем сведения их к действию толчка и тяги, к «притягиванию и отталкиванию». Эта механическая концепция силы в отличие от его учения о перводвигателе представляла собой важный этап в развитии содержания понятия силы.

---

[4] Платон. Сочинения в трех томах, т.2, М, 1970, стр.211.
[5] Платон. Тимей. Диалоги. Киев, 1883, стр 211.
[6] Custav Muller Plato of the Founde Df Philosophy as Dialectic New York, 1965, p. 20.
[7] Аристотель. Физика. М,, 1937, стр. 156.

Необходимо отметить, что Аристотель рассматривал движение как устремление к цели и считал, что скорость тела обязательно должна поддерживаться внешним воздействием. Как известно, в концептуальной схеме Аристотеля отсутствует понятие действия силы на расстояние. Начисто отрицая всякое действие на расстояние, Аристотель и его приверженцы не могли, конечно, сформулировать понятие о силе тяготения. Тем не менее, прогрессивная сторона аристотелевского понимания данного вопроса заключается в том, что источник воздействующей силы в отличие от Платона, он ищет не за пределами реального, а в самой реальности.

У стоиков же представление о взаимодействии получило развитие совершенно в другом направлении. Оно было связано с тем, что «краеугольным камнем стоической физики являлась концепция континуума во всех аспектах – пространства, материи, а также непрерывности в распространении и просекании физических явлений»[8]. Например, концепция силы Посейдона – видного представителя этой школы – радикально отличается от аристотелевских представлений в силе. Кок известно, согласно Аристотелю, сила, будучи эманацией субстанции, располагается в самом предмете – носителе силы и в начале действия совершенно не зависит от объекта, на который она прилагается посредством контакта. В натурфилософии Посейдона сила рассматривается как выражение связи, посредством которой два объекта одновременно приводятся во взаимосвязь, взаимодействие. Благодаря взаимодействию системы сил вся Вселенная становится единым целым. Эта концепция силы стоиков тесно связана с их учением о единстве Вселенной. Согласно стоикам космос наполнен всепроникающей субстанцией – пневмой, основная функция ко-

[8] S.Sambursky. Fhe Physical World of the Greeks. London' 1956, p. 132.

торой заключается в осуществлении связи материи и вообще контакта между всеми частями космоса.

Однако рациональное содержание концепции силы, выработанное древнегреческой философией, было в дальнейшем предано забвению, в частности, в неоплатонической философии, а затем и в схоластической философии средневековья. Так, в неоплатонизме (у Плотина и Прокла), как философском течении, возникшем на грани двух эпох и развившем, главным образом, идеалистическую линию античной философии, интересующая нас проблема получила свое идеалистическое и мистическое решение, причем, в еще более последовательном и систематическом виде, чем это мы видим у Платона. Единое, как принцип и первооснова всего существующего, имманентно заключает в себе силу, которая путем эманации не только рождает все видимое, но осуществляет взаимодействие между всеми явлениями и предметами чувственно-реального. Неоплатоническое понимание эманации в истории науки оказалось бесплодным, а понятия «сила» и «взаимодействие», как, впрочем, и все остальные категории, с разных сторон определяющие один и тот же верховный разум, у них выступают в высшей степени абстрактными из-за чрезвычайной оторванности от реального мира.

Схоластика в этом направлении сделала следующий шаг. Как официальная философия христианского феодализма, догматизировав самую мистическую сторону неоплатонизма, она абсолютизировала представление о внешнем характере силы, что в конечном счете позволило вернуться, в частности, к аристотелевской идее божественного «перводвигателя». Схоластическое понимание силы было оторвано от конкретного представления о воздействии тел друг на друга. Схоласты приписывали предметам особые «скрытые» качества «...от которых неизвестно каким образом, по их мнению, и должно было про-

исходить взаимодействие отдельных тел. В этом заключалась сущность схоластических учений»[9]. Однако, несмотря на пагубное влияние схоластики, все же в трактатах средневековых мыслителей концепция силы получила дальнейшее развитие. Причем наряду с развитием чисто механических концепций силы встречаются также представления о переносе силы. Например, согласно Роджеру Бэкону – родоначальнику опытной науки, взаимодействие между действующими (agentia) и подвергающимися воздействию объектами fpatiens) происходит следующим образом: «агент» возбуждает потенциальную активность среды, находящейся между собой и «пациентом», а затем уже потенциальную активность субстанции «пациента». Действие «агента» на «пациента» переносится «образами» (species). Причем эти «образы» не испускаются самим «агентом», ибо в результате эмиссии «образов» действующий объект – «агент» исчерпал бы себя. Но «образы» – носители взаимодействия не возникают из ничего. они создаются благодаря возбуждению промежуточной среды между взаимодействующими объектами – «агентом» и «пациентом». Согласно Р. Бэкону, перенос силы представляет собой определенного рода цепную реакцию, которая последовательно возбуждает активность последующих частей промежуточной среды и «пациента». Бэкон рассматривает «образы» как нечто вещественное, причем их реальная природа тождественна с реальной природой промежуточной среды. Интересно отметить, что ближайшей аналогией этих «образов» Бэкона в современной физике являются волны, которые переносят энергию или силу. Этот перенос занимает определенный промежуток времени. Согласно Бэкону, любое действие в мир! обусловлено си-

[9] И.Ньютон. Математические начала натуральной философии. М., 1915, кн. I, стр. 5.

лами, принадлежащими «агентам» и переносимыми образами. Сила, переносимая вещественной средой, рассматривается им как некоторая изолированная сущность**,** оторванная от объекта, в котором она возникла.
Таким образом, Бэкон проводит качественное различие между механическим толчком и силой истечения «образов», которая распространяется в среде согласно определенным законам переноса. В этом отношении Бэкон явно придерживается определенных представлений древнегреческих атомистов.

Учение Бэкона о взаимодействии материальных объектов оказало определенное положительное влияние на естественнонаучные воззрения последующих мыслителей. Хотя его представления нельзя считать полностью правильными, но все же для его времени постановка вопроса о том, каким образом действие отдельных тел передается на расстояние, было знаменательно само по себе.

Впоследствии благодаря революционным работам Н. Коперника, Дж. Бруно, И. Кеплера, Г. Галилея, Н Ньютона, нанесших удар по схоластическим представлениям о движении тел, нашло свое наиболее яркое воплощение в научном познании все то положительное, что было выработано древнегреческой и средневековой философией о понятии «взаимодействие».

Как известно, классическая механика, построенная на основе принципа дальнодействия, отвлекается от внутренней природы физических взаимодействий. Согласно этой теории, микрочастица при своем движении и взаимодействии всегда остается тождественной самой себе, причем во всех взаимодействиях общая сумма частиц того или иного рода не изменяется; конечные продукты взаимодействия отличаются от исходных объектов только перегруппировкой одних и тех же неизменных элементов, т. е. в результате механического взаимодействия в объектах не происходит

внутренних изменений,, они не превращаются друг в друга.

Надо отметить, что принцип дальнодействия, согласно которому силы мгновенно осуществляют связь между телами через пустоту без какого-либо передаточного механизма, вызывал бурную полемику. Описание гравитации как центральной силы, мгновенно действующей между бесструктурными элементами материи и изменяющейся как определенная функция расстояния, для самого Ньютона было лишь временным явлением. Он избегал ответа на вопрос о сущности и причине этой силы и видел в своем законе лишь плодотворный математический принцип, из которого могли быть выведены все движения небесных тел. Ньютон считал, что действие на расстоянии без участия среды с физической точки зрения является «абсурдным». Он писал: «Предполагать, что тяготение является существенным неразрывным и врожденным свойством материи, так что тело может действовать на другое на любом расстоянии в пустом пространстве без посредства чего- либо, передавая действие и силу, – это, по-моему, такой абсурд, который немыслим ни для кого, умеющего достаточно разбираться в философских предметах»[10].

Классическая электродинамика в отличие от классической механики построена на основе принципа близкодействия. Создатель учения об электромагнитном поле М. Фарадей решительно выступил против попыток искусственно свести электромагнитные явления к взаимодействию электрических частиц на расстоянии. М. Фарадей в своих исследованиях исходил, как он сам утверждал, «из твердого убеждения, вытекающего из философских соображений»[11]. Это убеждение состояло в том, что все взаимодействия в природе вообще и все электрические и маг-

[10] С.Н.Вавилов. Собрание сочинений. М., 1963, стр. 40.
[11] Иг. Тамм. Успехи физических наук, т. 12, вып. 7. М., 1932. стр. 4.

нитные взаимодействия в частности совершаются не иначе как при непременном участии промежуточной среды. Он считал, что всякое взаимодействие должно распространяться не мгновенно, а постепенно от точки к точке. С помощью этих представлений было дано качественное описание всего комплекса электромагнитных эффектов. Перенося центр тяжести физического исследования на окружающую среду, Фарадей пришел к совершенно новым представлениям о механизме переноса взаимодействия между заряженными частицами. По его мнению, электрические частицы создают в окружающем пространстве определенные состояния. Эти состояния пространства, называемые сегодня полями, могли согласно Фарадею, объяснить таинственные электромагнитные взаимодействия, если бы удалось понять их геометрическую структуру и действие друг на друга.

После теоретического обобщения этих представлений Фарадея, которое было осуществлено Д.К.Максвеллом, создавшим строгую количественную теорию электромагнитных явлений, окончательно утвердились новые «полевые» представления о способе передачи электромагнитных взаимодействий.

Необходимо отметить, что Д. Максвелл присоединился к защитникам непосредственного действия, потому что это казалось ему «более философским, более научным»[5312].

Высказывания самого Фарадея показывают, что на формирование его мировоззрения повлияли стихийно-диалектические идеи Шеллинга, Канта, Лейбница, Декарта. Хотя в их философских концепциях в смутной и не вполне отчетливой форме можно только усматривать эскизы того понимания взаимодействия, которое получило развитие в современном философском и естественнонауч-

---

[12] Дж. К.Максвелл. Статьи и речи. М., 1968, стр. 264.

ном мышлении. При этом необходимо отметить определенное положительное влияние на Фарадея представлений предвестника современной атомной теории югославского мыслителя Руджера Бошковича о непротяженных точках, служащих источниками сил притяжения и отталкивания[13].

Как известно, для классической механики не было предела скорости переноса материальных взаимодействий; в принципе была возможна любая скорость, вплоть до бесконечности. Гравитационные взаимодействия (а для последователей Ньютона в XIX веке также электрические и магнитные взаимодействия) осуществлялись мгновенно. С того момента, как было установлено, что свет есть разновидность электромагнитного возмущения, и выводы теории Максвелла были подтверждены, стало ясно, что для электрических и магнитных взаимодействий представления о мгновенном действии на расстоянии неверны.

Теория относительности, распространив первоначально обоснованный в классической электродинамике принцип близкодействия на другие виды физических взаимодействий, привела к дискредитации концепции дальнодействия как единственно верного научного принципа. В работах Эйнштейна было выдвинуто предположение, что конечная скорость распространения есть не специальное свойство электромагнитного поля, а свойство всех явлений природы. Теория относительности, исходя из того, что существует предел скорости переноса материального взаимодействия, равный по величине скорости света в вакууме, внесла существенное разъяснение в понимание способа передачи взаимодействий от одного тела к другому. Одним из основных результатов теории относительности было раскрытие материальной природы поля. Благодаря теории относительности Эйнштейна борьба механицистов конца

[13] Z.Pearce William. The Origns of field Theory. London.1906, p. 72.

XIX века за чисто механический эфир, против признания электромагнитного поля формой движения материи, не сводимой к механическому движению, окончилась полным крахом. Раскрыв чрезвычайно важный закон взаимосвязи массы и энергии, выражаемый знаменитой формулой Эйнштейна $E=MC^2$, теория относительности установила диалектическое единство материи и движения. Она показала, что любое материальное взаимодействие обязательно сопровождается одновременно переносом материи и движения. В результате в физику вошли основные положения учения марксистской философии о категории взаимодействия, которые впервые были сформулированы Ф. Энгельсом. Как известно, Ф. Энгельс существенным признаком любого материального взаимодействии считал перенос материи, ее превращение из одного вида к другой.

Теория относительности, отбросив классические представления о пространстве и времени, как о пустых вместилищах, доказала их глубокую взаимосвязь с движущейся материей. Она установила, что пространственно-временные соотношения, как и структура пространства и времени, определяются материальными взаимодействиями. Реальные физические взаимодействия, и только они, устанавливают связь между различными материальными объектами, определяют их причинно-следственную связь, а тем самым структуру пространственно-временных соотношений. Поэтому структура или геометрические свойства пространства и времени изменяются в зависимости от скопления вещества и порождаемого им поля.

Обогащение содержания понятий взаимодействия представлениями о связи переноса движения с переносом материи, о конечной скорости распространения взаимодействий и их «близкодействующем» характере было одним из самых выдающихся достижений научной мысли, ибо в построении общей физической теории важную роль должны

играть основные установки в отношении того, как именно осуществляется физическое взаимодействие. «В настоящее время немыслима ни одна теория взаимодействия, которая отвергала бы этот принцип»[14].

Взаимодействие между двумя частицами, находящимися на определенном расстоянии друг от друга, теперь понималось как взаимодействие одной частицы с полем и как последующее взаимодействие поля с другой частицей, причем материальное поле, осуществляющее данное взаимодействие, создавалось этими частицами. Введение в физику такого понимания взаимодействия было прогрессом в понимании природы. Однако дальнейшее развитие физики показало, что такое представление о взаимодействии является хорошим приближением для макроскопических объектов и оказывается непригодным для явлений, происходящих в чрезвычайно малых пространственно-временных областях.

Квантовая механика показала, что, когда атом, испытывая внешние воздействия, переходит и; одного состояния в другое, он не может испускать или поглощать энергию излучения иначе как конечными порциями – квантами энергии, пропорциональными частоте этого излучения. Благодаря открытию кванта действия обнаружились свойства цельности и неделимости атомных процессов. Принцип атомизма, сыгравший огромную роль в становлении современной науки, в связи с открытием дискретности действия в микроявлениях приобрел универсальный характер. Квантовые взаимодействия представляли собой принципиально новые взаимодействия в природе. Создание квантовой механики, основывающейся на прерывности взаимодействия, было величайшим триумфом современной науки.

---

[14] Макс Борн. Физика в жизни моего поколения. М., 1963, стр. 194.

Изучение явлений в сравнительно малых пространственно-временных областях, в ядрах и элементарных частицах привело к дальнейшему развитию теории квантовых взаимодействий, отправным пунктом которой явилось открытие в начале века двойственной корпускулярно-волновой природы материи и вытекающих из нее специфических закономерностей.

Квантовая теория поля, основываясь на достижениях квантовой механики, показывает, что на уровне элементарных частиц общепризнанное деление материи на два основных качественно различных вида (вещество и поле), осуществляющее взаимодействия между частицами вещества и поля, как и противопоставление дискретного к непрерывному, является относительным. В релятивистской квантовой области (на расстояниях 10^{-13}см) различие между понятиями «частица» и «поле» исчезает, возникает новое понятие «квантовое поле», то есть поле – носитель взаимодействия рассматривается как совокупность дискретных частиц, квантов данного поля. В этом представлении элементарные частицы утрачивают свой чисто дискретный характер. Таким образом, поля и частицы выступают как две неразрывно связанные стороны микромира, как выражение единства корпускулярных (дискретных) и волновых (непрерывных) свойств микрообъектов. Из возможности квантования полей выводится совершенно новое представление о взаимодействии частиц: сущность элементарного взаимодействия представляется как испускание одним из взаимодействующих микрообъектов и последующее поглощение другим виртуальных частиц – квантов поля – носителей данного взаимодействия, которые переносят отдельные порции энергии, импульса и массы от одного объекта к другому и обратно. Такое описание взаимодействия в квантовой теории поля явилось переворотом в понимании физического взаимодействия.

Современная физика, опираясь на незыблемый принцип единства материи и движения, опровергает метафизическую идею о неизменности микрообъектов при взаимодействии их друг с другом. Она установила их всеобщую превращаемость. При этих превращениях совершается глубокий диалектический процесс коренного превращения одного в другое, одно качественное состояние материи скачкообразно переходит в другое качественное состояние. Эти превращения еще раз доказывают единство различных видов движущейся материи и отсутствие между ними непроходимой грани.

Гносеологическая роль категории взаимодействия в научном познании главным образом обусловливается ее тесной связью с категорией структуры. Методологический анализ современного естествознания позволяет сделать вывод, что любое объяснение явлений природы носит структурный характер. Наиболее глубокое представление о предмете получается именно при знакомстве с его строением, на основе которого объясняются различные свойства предмета. В этом главным образом состоит цель науки. А структурность материи выступает как форма существования ее элементов и познается только через различные формы их взаимодействия. Поэтому категория структуры находится в глубокой связи с категорией взаимодействия. Природа взаимодействия выступает как интегрирующий фактор, посредством которого происходит объединение частей в целое. Например, пи-мезонное взаимодействие между нуклонами создает структуру атомного ядра, электромагнитное взаимодействие между ядром и электронами создает структуру атома и т. д. Многообразие взаимодействий обусловливает многообразие материальных структур.

Процесс познания структуры включает в себя расчленение объекта на элементы, определение природы этих

элементов, раскрытие характера связей, существующих между элементами, а также вскрытие специфической природы целостности. В настоящее время изучение взаимодействий элементарных частиц, характеризуемых высокими энергиями, является единственным методом раскрытия их сложной структуры. На основании анализа результатов взаимодействий изучаемой элементарной частицы с другими ей подобными делается заключение и о ее своеобразной «виртуальной» структуре. Переход от познания характера взаимодействия к выводам о внутренней структуре является одной из самых общих закономерностей познания.

Современная физика показывает, что картина внутреннего строения элементарной частицы зависит от того, по отношению к каким взаимодействиям она рассматривается. Так, изучение взаимодействия данной частицы с электронами и гамма-квантами дает сведения о ее «электромагнитной» структуре, а взаимодействие этой частицы с пи-мезонами, нуклонами определяет ее «сильную» структуру. «Электромагнитная» и «сильная» структуры частиц, ответственные за ее элементарные и сильные взаимодействия, изучают посредством этих же взаимодействий. По-видимому, можно говорить и о «слабой» структуре элементарных частиц. Причем частицы, способные к одному типу взаимодействия, имеют структуру однородного типа. Частицы, способные к двум типам, обладают более сложной и разнообразной структурой.

Таким образом, проведенный нами анализ развития категории взаимодействия, показывает, что становление основных этапов развития физики существенно зависит от изменения содержания данной категории. Наряду с подтверждением основополагающей роли учения марксистско-ленинской философии о неотрывности материи и движения при исследованиях различных физических взаимо-

действий, развитие физики привело к существенному обогащению содержания категории взаимодействия.

М. Д. АХУНДОВ

СТАТУС ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ В ФИЗИКЕ МИКРОМИРА

Для развития физики XX века характерно выяснение существования принципиальных границ применимости многих классических представлений – в этом смысле развитие релятивистской и квантовой теорий ознаменовало рождение неклассической физики. Например, в микромире оказалось малосодержательным классическое понятие причинной пространственно-временной траектории частицы, которая (траектория) понималась в образе гладкого дифференцируемого многообразия, линейного континуума. Именно поэтому создатели квантовой механики делали упор на вскрытии того факта, что она не имеет дела с описанием движения атомных частиц в пространстве и времени, содержит в себе отказ от причинного пространственно-временного описания. Соответственно встал вопрос о пересмотре ограниченных пространственно-временных представлений и лапласовского детерминизма классической физики. Исследование микромира потребовало иных форм упорядочения событий, более емких структур отношений, в которых бы учитывалось существование принципиальной неопределенности в состоянии объекта, наличие черт целостности и индивидуальности, что, в частности, сублимировалось в понятиях универсального кванта действия, спина, в соотношениях неопределенностей и т. д.

Отличительной особенностью квантовой механики является наличие в ее структуре двух ингредиентов: квантового и классического. Подобная специфика, вообще говоря, характерна для любых неклассических физических теорий – они неизбежно будут наряду со специфическим неклас-

сическим ингредиентом содержать и классическую составляющую. Неизбежность подобной «двуликости» и ее специфичность весьма рельефно проявляются в структуре физики микромира, поэтому в дальнейшем мы ограничимся ее исследованием

Дело в том, как справедливо отмечают Л. Д. Ландау и Е.М.Лифшиц[1], что для системы из одних только квантовых объектов, которые лишены каких-либо динамических характеристик, вообще нельзя было бы построить никакой логически замкнутой механики. Возможность количественного описания движения электрона требует наличия также и физических объектов, которые с достаточной точностью подчиняются классической механике (прибор). В результате подобной ситуации мы приходим к известному парадоксу: во-первых, квантовая механика «превзошла» механику классическую, показала ее принципиальную ограниченность, во-вторых, квантовая механика является экспериментально верифицируемой теорией, а, в-третьих, эксперимент должен быть описан в понятиях классической физики и возможен лишь на классическом языке наблюдений. Причем, язык наблюдений, эмпирическая интерпретация и т.д. существенно основаны на концепции классического пространственно-временного континуума. В соответствии с этим вышеприведенный парадокс оказывается органично связан с представлением о макроскопической природе пространства и времени, которое выдвигается некоторыми исследователями.

В современной физике микромира происходит весьма радикальный пересмотр концепции классического континуума – введение в физику кванта действия было лишь началом этого процесса. Существенными шагами в этом направлении являются развитие теории S-матрицы, нело-

[1] Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Квантовая механика. М., 1963. стр. 15

кальные и нелинейные теории поля, теории квантованного пространства-времени и т. д. «В последнее время, – писал И.Е.Тамм, – развитие квантовой физики поставило по-новому вопрос о пространстве и времени в микрокосме. Пока можно, конечно, только гадать о том, как разрешится этот вопрос, но мне представляется весьма вероятным, что в микроскопических масштабах пространство дискретно»[2]. Подобные представления часто встречаются в современной физике и философии. Здесь, однако, встает вопрос: можно ли говорить о пространстве и времени в интерьере «атома» пространства-времени? Одни исследователи считают такую универсальность пространства и времени необходимой. Но развиваются и противоположные представления, которые не распространяют иерархию пространственно-временных структур неограниченно далеко в микромир, а считают пространство и время лишь макроскопическими формами существования материи. Соответственно, некоторые физики отказываются гадать о сущности пространства и времени в микромире, пойдя по линии их упразднения. Так, Циммерман[3] не считает, что понятия пространства и времени применимы к отдельным микросистемам. Подобные системы должны описываться с помощью абстрактных понятий (спин, квантовые числа и т. д.), которые не имеют отношения к пространству и времени. Эти микросистемы взаимодействуют таким образом, что описывать их нужно столь же абстрактно, без обращения к концепции пространства и времени. В случае же взаимодействия большого числа подобных микросистем мы приходим к пространству и времени, которые функционируют лишь на макроскопическом уровне.

---

[2] И.Е.Тамм. Эйнштейн и современная физика. «Успехи физических -наук», т. 59, вып. 1, 1956, стр. 9.

[3] E.Zinimerman. The Macroscopic Nature of Space-Time, “American Journal of phisics”. vol 30, № 2, 1962, p. 161.

Следует отметить, что само признание макроскопической природы пространства и времени повлекло развитие двух точек зрения, четко представленных в нашей философской литературе. С одной стороны, можно привести точку зрения П.С.Дышлевого и В.С.Лукьянца, которые всесторонне проанализировали многообразные проблемы, возникающие с введением гипотезы о макроскопической природе пространства-времени, и пришли к вполне обоснованному выводу: «Не существует, по-видимому, каких-либо философских аргументов, против правомерности постановки вопроса об исключительно макроскопическом характере пространственно-временных представлений, если в содержание последних вкладывать смысл, с которым они функционируют в современных физических теориях»[4]. Здесь фактически речь идет о макроскопичности физического пространства и времени, которые обладают концептуальным статусом. Правда, И. С. Алексеев[5] считает, что успешное осуществление программы, исходящей из признания макроскопичности пространственно-временного описания, повлечет за собой значительное изменение философского статуса категорий пространства и времени. И.С.Алексеев не исключает возможности, что пространство и время могут утратить право считаться всеобщими и универсальными формами бытия. Подобные воззрения подвергнуты многими советскими философами критике (Р.А.Аронов, В.И.Свидерский, Л.Я.Станис и др.) - Например, Л.Я.Станис считает, что эти представления (сюда же она включает и попытки сведения мира к структуре про-

[4] П.С.Дышлевый, В.С.Лукьянец. При каких условиях гип теза о макроскопической природе пространства и времени имеет смысл? «Пространство и время в современной физике». Киев, 1968, стр. 258.

[5] И.С.Алексеев. К вопросу о правомерности применения понятий пространства и времени в физике микромира. «Пространство и время в современной физике». Киев, 1968, стр. 260

странства-времени) ведут к общим онтологическим и гносеологическим выводам, а именно – «к возведению пропасти между движущейся материей и пространством-временем, к отрыву субстанции мира от всеобщих форм своего существования или наоборот; кроме того, они ведут к преувеличению роли субъективного момента в представлениях человека об окружающей его действительности, к разделению мира на «вещь в себе» и «вещь для нас», которые между собой не имеют ничего общего»[6]. Но здесь необходимо отметить, что И.С.Алексеев совсем не собирается лишать субстанцию мира ее всеобщих форм (это было бы неосмотрительно с его стороны). Он лишь пытается на основе данных современного естествознания выяснить более четко сущность этих форм. Он приходит к выводу, который даже если будучи неверным, все равно заслуживает внимания пространство является лишь частной характеристикой сосуществования объектов, пространственные (соответственно, временные) структуры, основанные на понятии расстояния, являются частным случаем «структур вообще». «Структурность материи, – пишет И. С. Алексеев, – и представляет собой абсолютную форму ее существования, более общую, чем пространство»[7]. При этом следует помнить, что представления о макроскопической природе пространства и времени действительно имеют реальную основу в современной физике микромира, в релятивистской космологии и т. д. Здесь можно вполне согласиться с мыслью П.С.Дышлевого и В.С.Лукьянца,. которую они высказали в рецензии на нашу книгу: «бели бы понятия пространства-времени были

---

[6] Л.Я.Станис. К двум противоположным взглядам на пространство-время. «Философские вопросы квантовой физики». М., 1970, стр. 251.

[7] И.С.Алексеев. Пространство и квантовая механика. «Философские вопросы квантовой физики», М., 1970, стр. 231.

только естественнонаучными понятиями и не употреблялись бы как философские категории, то естествоиспытатели, убедившись в их ограниченности, отказались бы от них при описании субатомных явлений примерно так же, как, скажем, они отказались от понятия температуры. В действительности же ситуация гораздо сложнее. То обстоятельство, что первоначально натурфилософские представления о пространстве и времени более чем за два тысячелетия приобрели статус всеобщих и универсальных философских категорий, а соотношение между понятиями физического пространства и времени и философскими категориями пространства и времени до сих пор исследовано недостаточно глубоко, удерживает от принятия подобного решения»[8].

Таким образом, следует отдавать себе отчет в том, что в гипотезе о макроскопической природе пространства и времени речь идет о физических категориях пространства и времени, которые являются специфическими метрическими структурами сосуществования конкретных явлений и смены конкретных состояний, что предполагает, как отмечает В. С. Барашенков[9], возможность различения (на данном уровне) двух соседних точек (объектов) и двух последующих моментов (состояний). Эти свойства «соседства» и «следования» являются конкретными и весьма специфическими свойствами структуры, которые, естественно, не могут претендовать на статус универсальности. С этой точки зрения можно говорить о «внепространственных» и «вневременных» формах существования материи. Но это

---

[8] П.С.Дышлевый, В.С.Лукьянец. М.Д.Ахундов, Проблема прерывности и непрерывности пространства и времени. (М., 1974). «Философские науки», 1975, № 2, стр. 177.

[9] В.С.Барашенков. О возможности «внепространственных» и «вневременных» форм существования материи. «Философские вопросы квантовой физики», стр. 249.

есть лишь утверждение качественного различия мегаскопических, макроскопических и микроскопических форм существования материи.

Можно, конечно, рассматривать пространство-время как фундаментальную и универсальную структуру, которая на различных уровнях организации материи обладает различными определяющими свойствами: метрическими, групповыми, топологическими и т. д. Подобное представление созвучно философскому пониманию пространства и времени как всеобщих форм существования движущейся материи (а также исключает возможность неконструктивной, поверхностной критики, которая зачастую раздается в адрес гипотезы о макроскопической природе пространства и времени). В пользу подобного подхода можно привести и соображения об экстраполябельности фундаментальных понятий. Л.Б.Баженов[10] справедливо пишет, что если достаточно фундаментальное понятие оказывается слишком узким в новой области, это не означает необходимости, выработки нового понятия; необходимо лишь некоторое разумное обобщение старого понятия, чтобы оно «работало» в новой области. Здесь, правда, встает вопрос: что понимать под «разумным обобщением»? Экстраполябельность, естественно, не безгранична. По всей видимости, переход от евклидового трехмерного пространства и одномерного времени классической механики к неевклидовому четырехмерному геометрическому многообразию теории относительности Эйнштейна мы можем рассматривать в русле представлений об экстраполябельности фундаментальных понятий и использовать обобщенное понятие пространства-времени. Но встает вопрос, сколь разумно обобщение понятия пространства и времени

[10] См. Л.Б.Баженов. Причинность и законы сохранения. «Вопросы философии», 1971, № 4, стр. 94.

применительно к негеометрическим структурам, которые все решительнее проникают в современную физику? Более того, необходимо учитывать и такую возможность, что наряду с обобщенными структурами продолжают весьма эффективно работать и первоначальные, «узкие» понятия. Пространство и время относятся именно к таким не теряющим эффективности «узким» понятиям. Любая физическая теория, сколь далеко бы она не ушла от классической физики, содержит требование операционального определения своих концепций с помощью классических понятий, т. е. в рамках классических пространственно-временных представлений. В соответствии с этим в современной физике функционирует фундаментальный гносеологический принцип, сформулированный Нильсом Бором: «Как бы далеко не выходили явления за рамки классического физического объяснения, все опытные данные должны описываться с помощью классических понятий»[11]. Из подобных представлений, в известной степени, следует гносеологическая универсальность пространства и времени как базовой структуры экспериментальной верификации.

Здесь нам хотелось бы отметить, что любая физическая теория содержит в себе две структуры отношений. Во-первых, это пространство и время, как структура эмпирической верификации теории. Она обладает гносеологической универсальностью – какие бы глубинные уровни строения материи мы не исследовали, какие бы «сумасшедшие» теории не строили, мы никогда не сумеем обойтись без проверки предсказаний теории, без соответствующих измерений, без эмпирической верификации. На этом уровне используется язык наблюдений, в основе которого лежит концепция пространства и времени классической физики (эмпирическая структура отношений физи-

[11] Н.Бор. Атомная физика и человеческое познание. М.. 1962. стр. 60.

ческой теории). В этом смысле длина и временная продолжительность рассматриваются в физике как первичные, основные величины, а пространственно-временная система выступает базисной структурой современной физики.

Во-вторых, исследуя неклассические объекты, мы прибегаем к помощи абстрактных математических структур (пространств), развиваем физические теории в рамках топологических, групповых, гомологических и т.д. структур отношений (теоретическая структура отношений физической теории). В классической физике эти две структуры (эмпирическая и теоретическая) совпадали и выступали в форме евклидового пространства и времени, что обусловлено объектом исследования. Абстрагируясь от окружающих нас макрообъектов и их макроизменений, мы создали евклидовую геометрию, геометрию пространства и времени макромира. В рамках этих понятий и была развита классическая физика. Мы стали изучать макромир в структуре отношений, которую «выпарили» из самого макромира – они, естественно, органично соответствуют друг другу. В классической физике эмпирическая и теоретическая структуры отношений, вообще говоря, совпадают, ибо сам макромир и является миром эмпирической верификации[12]. В неклассических физических теориях (мегамира: и микромира) эти структуры расщепляются. Каждому уровню строения материи присущи свои специфические структуры отношений, которые в абстрактной форме проявляются как теоретические структуры физической теории, описывающей этот уровень. Так что, когда заходит речь о макро-

[12] Однако следует учитывать, что если мы будем связывать процесс эмпирической верификации только с измерениями, то последние да т значения, выражаемые с помощью рациональных чисел. Когда же мы формулируем законы и делаем вычисления с их помощью, то сталкиваемся и лишь в теоретическом контексте. (См. подробнее Р. Карнап. Философские основания физики. М., 1971, стр. 139).

скопичности пространства и времени, нужно четко отдавать себе отчет в том, что имеется в виду теоретическая структура отношений физической теории.

Следует, однако, отметить, что структуры отношений физики макромира не являются застывшими. Евклидово пространство претерпевает в структуре физических теорий определенную конкретизацию – из математического многообразия оно трансформируется в физическое пространство, которое обладает, например, дополнительной геометрической структурой, отражающей характерный аспект самой динамики. В этом отношении очень интересно исследование Р. Пенроуза[13], который дает сравнительный анализ пространства-времени, функционирующих в динамиках Аристотеля, Галилея, Ньютона и т. д. В каждой из этих динамик мы имеем дело с гладким четырехмерным многообразием, но пространство-время Аристотеля существенно отличается от пространства-времени Галилея или Ньютона. Пространство-время Аристотеля является просто произведением $E^3 \times E^1$, причем метрика дописывает пространственные расстояния, а метрика E^1–отрезки времени. В динамике Аристотеля мы можем говорить об абсолютном расстоянии между двумя событиями в пространстве, даже в том случае, когда разность времен между ними не равна нулю. Подобная возможность не реализуется в пространстве-времени Галилея и Ньютона, в которых расстояние между двумя точками в пространстве определено лишь при обращении в нуль разности времен для этих точек. Что же касается разности времен, то они здесь определяются всегда однозначно. Структуру геометрии пространства-времени Галилея и Ньютона, как отмечает Р. Пенроуз[14], можно сравнить с расслоением по E^1 пространства со

[13] Р.Пенроуз. Структура пространств-времени. М,, 1972, стр. 18—3.
[14] Там же, стр. 19.

слоями E^3, так что «время» E^1 можно представить в качестве фактор-пространства относительно слоев E^3. Причем, в этом случае мы сталкиваемся с той же самой топологией, что и в случае пространства-времени Аристотеля, хотя структура объединения слоев уже иная. В дальнейшем исследовании вскрываются различия во внутренней структуре пространства-времени Галилее и пространства-времени. Ньютона. Мы не будем подробно останавливаться на этих различиях, нам лишь хотелось подчеркнуть нетривиальность структур отношений самой физики *макромира* и указать на тот факт, что они не являются застывшими. Соответственно и категориальный аппарат классической физики, набор классических понятий не являются застывшим множеством застывших понятий. Развитие современной физики, безусловно, будет способствовать и дальнейшему уточнению структуры отношений классической физики, которые являются базовыми структурами физики вообще. В этом смысле не исключена возможность такой ситуации, что различные неклассические физические теории будут верифицируемы в различных эмпирических структурах. Подобная ситуация может проявиться с еще большей актуальностью в развитии современной теоретической биологии, которая мечется в поисках не только принципиально новых теоретических структур (возможно тут ее удовлетворят структуры Гротендика), но и специфической эмпирической структуры.

Интересно отметить еще один аспект исследуемой проблемы. То, что базовой, эталонной структурой эмпирической интерпретации неклассических физических теорий (выступает пространство-время классической физики, структура отношений макромира, во многом обусловлено и спецификой познающего субъекта, в частности, тем фактом, что сам исследователь является объектом макромира. Это естественно: исследователь полученное им повое зна-

ние излагает на своем род ном языке. В каких бы рамках структур отношений или понятийных сетей мы не анализировали реальность, необходимо отдавать себе отчет в том, что в эти сети вплетены и мы сами. Как отмечает Тейяр де Шарден: «Центр перспективы, человек, одновременно центр конструирования универсума»[15]. Мы конструируем универсум в рамках гладкого четырехмерного многообразия, в пространственно-временном континууме. Но всегда ли мы помним о том, что подобная структура все же сконструирована нами, что в ней воплотилась не только специфика макромира, но и специфика человека (кстати, как и в многочисленных других континуумах – в интуиционистском континууме Врауэра, в атомистическом континууме Вейля, в толерантном пространстве Зимана и многих других[16].). В этом смысле мы можем сказать, что пространственно-временной континуум гомоцентричен и геоцентричен. Он возник в процессе определенного предельного перехода. Необходимо учитывать определенную специфику нашего восприятия (пороговость) и мышления: оперирование с дискретностью выступает как наиболее простое и естественное. «Это связано с тем, – отмечает Д. П. Горский, – что организм получает через органы чувств дискретную информацию от окружающей среды, что процесс мышления в каждом его элементарном акте осуществляется в форме дискретных образов, отражающих

[15] П.Тейяр де Шарден. Феномен человека. М., 1965, стр. 35.

[16] Представители сигнифики вообще считают, что эмоциональные и психологические факторы объясняют как выбор принципов и аксиом, которые кладутся в основу математики, так и определяют специфику матема тических моделей реального мира, конструируемого в теоретической физике. См. G.Mannoury. Die signitischen Grundgen der Mathematik. Erkenntnis, № 4, 1934, s. 288-309.

окружающий нас мир»[17]. Подобный приоритет прерывности обусловил широкое развитие дискретных методов исследования и атомистического мировоззрения в древних натурфилософских системах: «кирпичная» арифметика вавилонян, арифмо-геометоия пифагорейцев, концепция атомов, амеров и какуменов у Левкиппа, Демокрита, Эпикура и Лукреция. Подобные представления имели широкое распространение и в Новое время (Бруно, Кавальери и др.). Тем не менее, все же континууальный подход завоевал доминирующее положение, что в основном обусловлено построением дифференциального и интегрального исчислений, в рамках которых и была развита классическая физика. Однако следует помнить, что мы всегда имеем дело с дискретным множеством событий, которое лишь в процессе некоторой интерполяции трансформируем к образу плотного множества, континуум возникает как результат предельных переходов. И хотя эта структура оказалась очень емкой и в ее лопе классическая физика достигла всемерного развития, мы все же не должны забывать, что наука может быть развита и в иных структурах. Так, Ч. Мизнер и Дж. Уилер[18] показали, что классическая физика может быть развита в геометродинамическом варианте, в многосвязном пространстве с неевклидовой топологией. От подобной классической физики очень естественно удается перейти к квантовой геометродинамике, к концепции суперпространства, которая привлекает пристальное внимание исследователей. Показательна и история классической электродинамики, ее оказалось возможным развить в чисто геометрическом формализме, как это сделал Райнич (уравнения Максвелла выступают как простые геометри-

[17] Д.П.Горский. Вопросы абстракции и образование понятий. М., 1961, -р. 283.
[18] См. Дж. Уилер. Гравитация, нейтрино и Вселенная. М., 1962, стр. 218.

ческие соотношения, связывающие кривизну Риччи и скорость ее изменения), или в де ситтеровском импульсном пространстве, или же в рамках концепций де Рама, Причем, следует иметь ввиду, что подобные попытки развития классической электродинамики в разнообразных теоретических структурах не каприз исследователей – это очень важное направление, ибо оно открывает различные пути дальнейшего развития физики. Так, подход Райнича оказался плодотворным для развития геометризованной единой теории поля. Направление, использующее импульсное пространство постоянной кривизны, естественно связано с концепцией дискретного пространства-времени, использование же концепции де Рама внушает надежды, что удастся построить квантовую теорию, органично содержащую дискретность.

Возвращаясь к концепции классического континуума, следует отметить, что она вызывает у многих исследователей острое чувство неудовлетворенности. Здесь можно указать- представления французских эмпириков, интуиционистскую' доктрину, конструктивное направление, соображения о толерантности и др. Если первоначально подобные попытки ревизии концепции классического континуума были призваны для наведения порядка в основаниях математики, для преодоления антиномий теории множеств, то в наше время с этими представлениями связаны надежды на преодоление кризиса в; основаниях физики[19].

В свое время Риман поднял в своих работах проблему макросколичности евклидового пространства и времени, которыми оперирует классическая физика. Дело в том, что установление конгруэнтности непересекающихся интер-

[19] Подробнее см. М.Д.Ахундов. Проблема прерывности и непрерывности пространства и времени. М., 1974.

валов основывается на эмпирическом понятии твердого тела, статус которого не определен в микромире, оно просто теряет смысл в бесконечно малом. В качестве основы операциональных процедур в классической физике используются твердые линейки и синхронизированные часы, которые одинаково «тикают» независимо от состояния движения. Подобная операциональная процедура долгое время представлялась универсальной, здесь сказался абсолютизм механицизма и априоризм Канта. В XX веке эти представления были подвергнуты решительной ревизии, для этого не нужно было углубляться в пучины микромира или пырять в черные дыры, в космологические сингулярности. Решительная ревизия указанных операциональных процедур произошла в рамках самого макромира, при переходе к большим скоростям. Эйнштейн дал новое определение одновременности, используя совершенно иную операциональную процедуру, основанную на применении электромагнитных сигналов, в результате была развита совершенно иная концепция пространства и времени. Что же касается операциональных процедур, с помощью которых. протекала физикализация евклидового пространства в классической физике, то они в этой области ($V \sim C$) просто неприменимы. И совершенно верно подчеркивает И.А.Акчурин[20], что построение всякой новой фундаментальной теории некоторой новой области действительности всегда связано с некоторым новым способом операционального сопоставления определенного абстрактного математического пространства всей совокупности элементарных событий этой области действительности.

Выяснение неприменимости понятий твердого тела и

[20] И.А.Акчурин. Некоторые закономерности развития знания и проблемы его синтеза. «Синтез современного научного знания». М., 1973, стр. 211.

светового луча в микромире поставили вопрос об изменении не только операциональных процедур в теории микрокосма, но л о пересмотре самой концепции континуума, введение в физику кванта действия было лишь началом этого процесса. Мы являемся свидетелями все большего проникновения в тайны природы именно на пути отхода от тривиальных структур евклидовой геометрии, концепции классического континуума и т. д. Путь к более полному, конкретному познанию природы лежит через использование все более абстрактных математических структур и объектов с возрастающей информационной емкостью. В этом смысле работы Л. Мишеля по расширенным группам Лоренца, исследования Дж. Уилера по структуре суперпространства, анализ гомологий диаграмм Фейнмана и т. д. делают весьма обоснованным мнение, что будущая общая теория элементарных частиц будет, грубо говоря, наделенной физическим смыслом алгебраической топологией.

Развитие физики микромира в рамках абстрактных структур отношений ставит перед исследователями очень важную задачу: мало провозгласить негативное отрицание пространства и времени в микромире, необходимо вскрыть то позитивное, конструктивно новое, что пришло на смену, необходимо доказать естественность используемой структуры, ее физическую привилегированность, попытаться вскрыть взаимосвязь и соответствие старой и новой структур отношений, определить операциональные процедуры и т. д.

Развитие гипотезы о макроскопической природе пространства и времени поставило на повестку дня вопрос о статусе пространства и времени в квантовой физике. Если брать обычную квантовую механику Гейзенберга – Шредингера, то в ней пространство и время просто заимствованы из классической механики (или в лучшем случае из специальной теории относительности). В этом смысле

можно говорить, что в квантовую теорию континуум проникает через структуру пространства-времени (и с принципом суперпозиции состояний). Мы фактически берем геометрическую т динамическую структуры классической физики, которая в определенных пределах очень хорошо описывала макромир, и улучшаем ее путём квантования, для того, чтобы она стала описывать и чуждый ей микромир. Этот путь развития теории связан, в определен ном смысле, с квантованием геометрии. Однако, как указывает Д.Финкельстайн[21], есть еще и другая возможность – мы можем попытаться геометризовать кванты. Дело в том, что в квантовой теории мы имеем целый ряд величин и понятий, которые носят существенно квантовый, неклассический характер. В частности, подобным параметром является спин, угловой момент частицы. В последнее время были предприняты очень интересные попытки развить квантовую теорию, исходя только лишь из неклассических величин. В этом подходе строится теория, которая в соответствии с пересмотром концепции классического континуума вообще не использует понятий частицы и поля, ибо они содержат в себе идею потенциальной изолированности объекта, что несовместимо с фундаментальной идеей квантовой физики – с идеей целостности. Это направление созвучно идеям Циммермана, Чу и других, но есть в нем и одно существенное отличие: оно не просто элиминирует пространство и время из структуры теории, а конструирует

[21] D.Finkelstein. Space-Time Structure in High Energy Juteractions “Coral Gables Conference on Fundament İnteractions at High Energy". Center of Theoretical Studies. January 22-24, 1969. University of Miami. 1969, p. 325. Интересно отметить, что Дж. Уилер формулирует программу развития квантовой геометродинамики в этом же направлении: не геометрия, а затем квантовый принцип, а, наоборот, сначала квантовый принцип, а уже затем геометрия (См. Дж. А. Уилер. Предвидение Эйнштейна. М., 1970, стр. 95).

их на основе неклассических, квантовых порождающих элементов. Построенное подобным образом пространство-время обладает целым рядом нетривиальных свойств: оно оказывается комбинаторным, обладающим спинорной структурой, дискретным и т.д. Такое неклассическое пространство-время является элементом квантовой теории, органично входящим в ее структуру, а не привносится извне. На этом пути пытаются развить более стройную квантовую теорию, в которой удалось бы, в частности, добиться согласованности формального и неформального языков, – необходимость последнего часто недооценивается.

Другое направление развития физики микромира связано с пересмотром концепции локальности. Эта тенденция вполне закономерна, ибо, если для квантовой электродинамики еще возможен сравнительно непротиворечивый локальный метод описания, то в физике частиц, например, в теории адронов он сталкивается с существенными трудностями, что и порождает многочисленные попытки выхода за его узкие рамки. Хочется подчеркнуть, что и в этом случае мы имеем дело с пересмотром классической концепции континуума. Исследуя это направление развития современной физики микромера, Д.А.Киржниц[22] указывает, что отказ от точечностй взаимодействия микрообъектов может осуществляться, вообще говоря, двумя основными методами. Первый метод лишает смысла само понятие локального взаимодействия. Этим путем строятся нелокальные и нелинейные теории поля. Второй метод основан на отрицании самого понятия точечной координаты пространства-времени (некоммутативность компонент оператора координат и т. д.), что приводит к теории квантован-

[22] Д.А.Киржниц. Нелокальная квантовая теория поля. «Успехи физических наук», т. 90, вып. 1, 1966, стр. 131.

ного пространства-времени.

Указанные два направления развития физики микромира являются весьма актуальными, тем более, что в последнее время получены веские подтверждения необоснованности концепции точечных частиц. Затрагивая вопрос о внутренней структуре протяженной частицы, необходимо отметить динамический характер этой структуры, которая по-разному проявляется относительно различных взаимодействий, отчего собственно и зависит пространственная протяженность частицы. Выявление подобной сложной, многоуровневой структурности микрообъектов ставит под сомнение их элементарность – они оказываются весьма «демократичными» образованиями, существующими под лозунгом «все во всем». Здесь наметился пересмотр самой диалектики элементарного и сложного в микромире. В классическом естествознании выяснение неэлементарности того или иного объекта влекло принятие другого, более мелкого (некой части исходного) объекта в качестве элементарного: классический континуум всегда предполагает возможность деления на все более мелкие части при точечной элементарности. Иная специфика взаимоотношения этих понятий выявилась в микромире[23]. В применении к элементарным частицам теряют свое содержание наши обыденные геометрические представления о структуре. Механическое соотношение части и целого неприменимо к элементарной частице в силу своей статичности. Это статическое соотношение части и целого характеризуется тем, в частности, что часть всегда меньше целого. В этом плане весьма симптоматично введение в неформальный язык физики для характеристики элементарных частиц понятий «состоит» и «составимо», в которых пытаются отобразить

[23] Подробнее см. М.Э.Омельяновский. Диалектика в современной физике. М. 1973, стр. 172-200.

динамическую неклассическую структурность микрообъектов[24]. Так, нуклон «составим» из пионов, нуклон-антинуклонных пар и т.д. Здесь все части, входящие в динамическую структуру нуклона, заведомо больше или равны целому. Эта специфика и отражается в понятии «составим» или «образован» взамен классического понятия «состоит». Что касается формального языка, то в нем сложившуюся ситуацию пытаются отобразить как переход от обычной топологии вырезания к топологии отображений Гротендика, в этом направлении делаются лишь первые шаги. Однако можно указать более разработанные пути пересмотра концепции точечностей. Мы можем изменить функцию действия путем введения Д-функций, которые характеризуют определенную «размытость» взаимодействия. Возможно ввести нелокальность взаимодействия и при учете высших производных, которые по смыслу приравниваются к эффективному размазыванию заряда. Интересна попытка, предпринятая Д.И.Блохинцевым, Мак-Манусом, Пайерлсом и другими авторами развить теорию поля, в которой свободное поле является локальным, а нелокальность вводится только во взаимодействии[25]. Методологически привлекательным в этом подходе является тот факт, что структура пространства-времени микромира не задается строго фиксированной, а выступает как функция физических взаимодействий, что напоминает плодотворный подход Эйнштейна к построению общей теории относительности.

Общей чертой всех этих многообразных модификаций нелокальной теории поля является их органичная связь с

---

[24] См. В.Б.Берестецкий. Динамическая симметрия сильно взаимодействующих частиц. «Успехи физических наук», т. 85, вып. 3, 1965 стр. 386.

[25] См. Д.И.Блохинцев. Нелокальные и нелинейные теории поля. «Успехи физических наук», т. вып. 2, 1957, стр. 138.

существенным изменением наших представлений о структуре пространства-времени и причинности, которые тесно взаимосвязаны. Представление об упорядочении событий включает в себя концепцию причинности, основанную па хроногеометрическом разделении множества событий па временно-подобные и пространственно-подобные. Это дает право Д.И.Блохинцеву[26] рассматривать причинность как геометрическую категорию и считать, что исследование вопросов причинности есть лишь один из важнейших аспектов анализа геометрии.

В квантовой теории ноля условие микропричинности фактически эквивалентно условию локальной коммутативности соответствующих операторов. Именно последнее и пересматривается в нелокальных теориях, в которых вводится предел применимости традиционного причинного описания, которое выступает лишь как макроскопическая апроксимация. Что же касается микромира, то многие физики приходят к выводу, будто там теряют смысл обычные временные отношения «раньше» – «позже». В областях больших полей и больших градиентов полей мы имеем дело со связным «комком» событий, которые взаимно обусловливают друг друга, но не следуют одно за другим.

Таково принципиальное положение дел, сложившееся в развитии квантовой теории поля, начиная с ранних работ Гейзенберга, который надеялся «построить теорию, в ко юрой причинность нарушается только внутри очень малой области, например, порядка 10^{-13}см»[27] до современных нелокальных и нелинейных теорий, в которых акаузальность в микромире провозглашается в качестве принципа. Отмечается, что «разграничение пространства-времени на

---

[26] Д. И. Блохинцев. Пространство и время в микромире. М., 1970. стр. 141.

[27] W.Heisenberg. Doubts and Hopes in Quantum-Electrodinamics. “Physics”, vol. 19, 1953, p. 897.

области «малые», где причинность нарушена, и «большие», где она выполнена, невозможно без появления в нелокальной теории новой константы размерности длины – элементарной длины»[28]. Естественно, с этой величиной связана и величина элементарного момента времени (хронон). Именно в этой пространственно-временной области протекает сам процесс взаимодействия частиц. Весьма симптоматично, что эту область самого взаимодействия и процессы в ее границах современные теории не описывают. Так, в формализме S-матрицы мы совершенно не затрагиваем саму «кухню» элементарных событий. Область взаимодействия выступает как «черный ящик» и мы приводим в соответствие характеристики частиц на входе и выходе[29].

При анализе причинной связи в микромире разбор должен вестись на уровне «атома» причинной связи, на уровне ее элементарного звена, которое является элементом в структуре этой связи. И если в классической физике, признающей бесконечную делимость, непрерывность (дифференцируемость) причинной связи, этот элемент выступал точечным и бесструктурным, то в квантовой физике обнаруживается выход за рамки макроструктуры самой причинной связи. Мы и здесь сталкиваемся с пересмотром концепции точечностй, абсолютной пространственно-временной непрерывности. Определенные затруднения современной физики микромира, связанные с так называемой акаузальностью, на наш взгляд, существенно проистекают из неоправданных попыток «втиснуть» закономерности структуры причинной связи в ее элемент[30].

---

[28] Д.А.Киржниц. Нелокальная квантовая теория поля «Успехи физических наук, т. 90, вып. 1, 1966, стр. 133.

[29] См. Дж. Чью. Аналитическая теория S-матрицы, М., 1968, стр. 33.

[30] Подробнее см. М.Д.Ахундов, З.М.Оруджев. Прерывность и непрерывность причинной связи. «Современный детерминизм. Законы природы». М., 1973.

Мы отмечали, что путей построения нелокальных и нелинейных теорий поля довольно много. Но следует вместе с тем отметить, что развитие этих теорий сопряжено с большими трудностями математического и логического характера. Мы не можем пока назвать фактически ни одной нелокальной или нелинейной теории поля, которая была бы замкнутой, непротиворечивой, согласовывалась с экспериментом и т. д. Правда, эта ситуация может объясняться как пишет М. Бунге[31], не особенностью природы, а являться лишь признаком младенчества нашей науки. Многочисленные эксперименты по проверке дисперсионных соотношений (которые являются пока наилучшим методом проверки принципа причинности) в области малых пространственно-временных масштабов подтверждают их справедливость вплоть до интервалов ~17 ок[15] *см.* Но вместе с тем есть веские основания ожидать нарушения принципа причинности в меньших пространственно-временных масштабах (~10^{-17} *см*), и если это окажется именно так, то мы не окажемся застигнутыми врасплох.

Мы уже писали о том, что с развитием нелокальных и нелинейных теорий поля в физику входит новая константа размерности длины – элементарная длина l_0, связанная с развитием другого весьма перспективного направления исследований в физике микромира, теории квантованного пространства-времени. Первые попытки построения теории квантованного пространства-времени (Амбарцумя-Иваненко, Марх и др.) оказались неудовлетворительными, в них, в частности, не выполнялось условие релятивистской инвариантности. Однако, в 1947 г. появилась работа Снайдера[32], в которой была развита теория дискретного простран-

[31] М. Бунге. Причинность. М., 1962, стр. 196.
[32] H. Sanyder, Quantized Space-Time.”Physical Review”, vol. 71, 1947 pp. 38-41.

ства-времени, удовлетворяющая лоренцовской инвариантности. В этой работе было показано, что континуальность пространства-времени не вытекает из лоренцовской инвариантности, что возможно существование релятивистско-инвариантного пространства-времени, в котором содержится естественная единица длины *a.* В теории Снайдера выводятся очень интересные коммутационные соотношения, помогающие выяснить область обобщения обычной квантовой теории, приведя ее в соответствие с теорией квантованного пространства-времени. Если все компоненты импульса малы по сравнению с *h/a* и энергия мала по сравнению с величиной *hc/a,* то соответствующие коммутаторы приближаются к тем, которые функционируют в обычной квантовой механике. Если же мы возьмем предел $a=0$, то коммутаторы достигают своих стандартных значений. Таким образом, теория квантованного пространства-времени становится существенной и необходимой лишь в области $P>ha$. Следует отметить, что в этой работе Снайдера была фактически построена теория в рамках импульсного пространства постоянной кривизны, которому соответствует сопряженное дискретное пространство-время.

Трудности современной локальной теории поля как раз связаны с тем, что закон взаимодействия частиц перестает работать при больших импульсах. Необходимо изменить сам закон взаимодействия. И поскольку в каждом акте элементарного взаимодействия происходит сложение импульсов взаимодействующих частиц, то в первую очередь должен быть изменен закон сложения импульсов. Для обобщения закона сложения импульсов, как указывает Ю.А.Гольфанд[33], необходим руководящий геометрический

[33] Ю.А.Гольфанд. О введении «элементарной длины» в релятивистскую теорию элементарных частиц. «ЖЭТФ», т. 37, вып. 2(8), 1959, стр. 504.

принцип. Этим принципом и является переход от псевдоевклидового импульсного пространства к соответствующему пространству постоянной кривизны. Развитие снайдеровской концепции связано с модификацией импульсного пространства «в большом», вместо того чтобы рассматривать модификацию пространства-времени «в малом». Здесь проявляется довольно общая тенденция в современной физике, которая стремится сформировать образ пространства-времени, исходя из специфических квантовых порождающих элементов, а не наоборот.

Теория Снайдера возродила интерес физиков к идеям дискретного пространства-времени. Это направление получило очень высокое развитие в разработках советских физиков. Интересные обобщения и дальнейшее развитие теории Снайдера содержатся в работах В.Л.Авербаха и Б.В.Медведева, Ю.А.Гольфанда, В.Г.Кадышевского, Р.М.Мир-Касимова и др. Очень интересен с методологической точки зрения подход В.Г.Кадышьвского к построению теории дискретного пространства-времени. Пытаясь наметить наиболее естественный путь построения теории дискретного пространства-времени, В.Г.Кадышевский [54 34] анализирует некоторые принципиальные и общие черты двух современных неклассических теорий – квантовой механики и теории относительности. Он приходит к выводу, что константы *c* и *h,* фигурирующие в этих теориях, появляются как «компенсация» за ту информацию, которая теряется при отходе от классики. Скорость света «компенсирует» утрату инвариантности расстояний и интервалов времени относительно преобразований координат, а квант действия – отсутствие возможности одновременно измерять координату и импульс частицы. Тогда должны воз-

---

[34] В. Г. Кадышевский. К теории дискретного пространства-времени. «ДАН СССР», 1961, т. 136, № 1, стр. 70-72.

никать новые неклассические эффекты, которые исчезают при $c \to \infty$ и $h \to 0$ соответственно. Эти константы универсальны
и играют роль масштабов природы. Здесь делается следующее предположение: если константа универсальна, то она является масштабом природы. Исходя из этого. В. Г. Кадышевский исследует на универсальность константы современной квантовой теории поля. Он отбрасывает как неуниверсальные такие константы, как электрический заряд, постоянную сильного взаимодействия, массы частиц и т. д. и останавливается на константе Ферми для слабого взаимодействия $G=1{,}4\cdot10^{-49}$ *эрг·см*^{3}, которая определяет универсальную константу длины $l^G = 7\cdot10^{-17}$ *см* и накладывает ограничения на измерения пространственно-времепных расстояний. Элементарная длина, будучи универсальной константой, «компенсирует» потерю информации, в данном случае выступающую в форме несохранения четности в слабых взаимодействиях.

В 1959–1960 гг. в работах Коиша и И.С.Шапиро была развита теория конечного пространства-времени, которую можно рассматривать как следующий шаг в процессе использования богатейших структур современной математики для исследования эмпирических и теоретических структур отношений физических теорий.

Авторы основывались на математической теории конечной геометрии, которая была развита в 50-х годах финскими математиками Ярнефельтом и Кустангеймо на базе полей Галуа $GF(p^n)$. В частности, Ярнефельт[35] показал, что физическая геометрия может быть конечной, – координаты задаются на конечном поле простых чисел порядка p : x_M

[35] G.Jarnefelt. Reflections on a Finite Approximalion to Enchdean Geometry. Physical and Astronomical Prospects. “Annalen Academiae Scientiarum Fennicae”. № 96, 1961, p. p. 1-43.

(*–G·p)* Если p очень большое, то точек в подобной геометрии становится очень много и они столь близки друг к другу, что экспериментально их множество не отличимо от континуума. Правда, этого еще не достаточно, чтобы гарантировать апроксимацию к геометрии Евклида с возрастанием *p,* ибо элементы конечного поля не упорядочены. Эта трудность была преодолена Кустангеймо, показавшим возможность некой частичной упорядоченности, которая хотя и не транзитивна по всему полю, но транзитивна в рамках некоторого обширного подмножества. Ярнефельт произвел приблизительную оценку области применимости обычной геометрии – она простирается от 10^{-13} *см* до 10^{9} световых лет и, соответственно, *p* имеет порядок $10^{10^{81}}$.

Использование подобного конечного многообразия естественно снимает все трудности, связанные с расходимостями и бесконечностями, они просто отсутствуют в теории, ибо интегралы превращаются в конечные суммы. В подобном подходе развивается теория элементарных частиц в рамках неметрической структуры отношений. Как отмечает И.С.Шапиро[36], факт конечности числа точек обусловливает появление целого ряда новых свойств симметрии пространства-времени. Находят свое объяснение многочисленные свойства симметрии и законы сохранения, которые были вне компетенции теорий, основанных на концепции пространственно-временного континуума: квантованность электрического заряда, существование и сохранение барионного заряда, закон комбинированной инверсии Ландау, универсальность слабых взаимодействий и т. д. Однако, как указывают сами создатели концепции конечного пространства-времени, дальнейшие перспективы

[36] И.С.Шапиро. О квантовании пространства и времени в теории элементарных частиц. «Философские проблемы физики элементарных частиц». М., 1963, стр. 163-164.

не совсем ясны, не удалось пока сформулировать динамические принципы и т. д.

Относительно концепции прерывного пространства-времени отметим, что предельные величины, которые устанавливают сторонники абсолютного квантования пространства и времени, безусловно имеют фундаментальное значение для понимания сущности качественно различных физических процессов, происходящих в микромире, но вряд ли они являются «первокирпичиками» пространства и времени. Можно сказать, что квантование геометрии» – это лишь первый этап в построении теории пространства времени микромира. Последние разработки физики элементарных частиц все более акцентируют внимание на «геометризации квантов», пространство-время формируется из квантовых порождающих элементов.. Эти два пути развития физики микромира не выступают в каком-либо антогонизме, а являются лишь различными аспектами единой концепции.

Мы разобрали некоторые направления развития физики микромира, в которых так или иначе реконструируется наша концепция пространства-времени. Мы столкнулись с существенной ревизией классической концепции континуума, пересмотр которой происходит в самых разнообразных аспектах – в рамках гомологических структур, в формализме конечной геометрии, в конструктивном направлении, в неклассических топологиях и т.д. Исходя из этой специфики познания микромира, Вейцзекер сформулировал следующее положение. «Не следует ожидать, что понять атом легче, чем понять, например, число, и в то же время баталии между логицистами, формалистами и интуиционистами о значении числа до сих пор не привели к

разрешению проблемы»[37]. Соответствующие баталии в физике еще впереди. Ситуация в современной физике напоминает состояние математики начала XX века, когда после развития теории множеств Кантора были вскрыты многочисленные логические и семантические антиномии, что и обусловило третий великий кризис оснований (первый кризис разразился в античной математике и связан с открытием несоизмеримости отрезков, второй – в теории бесконечно малых; очень характерно, что все три великих кризиса оснований математики непосредственно связаны с концепцией континуума). Из попыток преодоления этих антиномий в поисках выхода из кризиса оснований возникли совершенно новые математические направления, была преобразована сама математика, получила существенное развитие логика и т. д. В этом смысле развитие релятивистской и квантовой теорий является некоторым аналогом канторовской теории множеств, а многочисленные расходимости, сингулярности, бесконечности и парадоксы играют роль антиномий, что же касается самого состояния оснований физики, то его можно охарактеризовать как кризисное. Но кризис тривиально плох лишь в экономике, а в естествознании он желанен, ибо мобилизует к дальнейшему расширению пределов научного познания.

[37] G.F. von Weizsacker. The Copenhagen. Interpretation “Quantum Theory and Beyond”. Cambridge, 1971, p. 25.

Л.А.БУХ

К ВОПРОСУ О ПОНЯТИИ ЭЛЕМЕНТАРНОГО ОБЪЕКТА ФИЗИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

Одна из основных задач философских исследований в области естествознания – разработка методологических принципов построения научного знания, анализ концептуального аппарата естественных наук. В решении этой задачи большое значение имеет методологический анализ общих закономерностей и принципов построения уже существующих и оправдавших себя в практике научного исследования теоретических систем, исследование их логической структуры.

Хотя каждая физическая теория строится своим неповторимым способом, тем не менее все они имеют некоторые общие структурные характеристики. Выявление и анализ общих принципов, понятий, лежащих в основании теории, окажутся полезными в создании новой теории.

Такими присущими любой физической теории компонентами являются элементарные объекты. «Одна теория отличается от другой, – пишет А. Эйнштейн, – главным образом, выбором «кирпичей» для фундамента, т. е. ни к чему не сводимых основных понятий, на которых построена вся теория»[1]. В качестве таких «кирпичей» или иначе элементарных объектов теории выдающийся физик называет, например, понятие материальной точки и понятие поля.

Элементарный объект выступает одновременно и как неизбежный атрибут и как главнейший отличительный признак физической теории. Поэтому и появляется необходимость проанализировать само это понятие, отправля-

[1] А. Эйнштейн. Собр. научн. трудов, т. 2. М., 1966, стр. 787.

ясь от которого можно действительно развить всю систему теории с логической необходимостью. Представляет значительный методологический интерес проследить трудный путь формирования элементарных объектов различных физических теорий, выявить те руководящие методологические идеи и регулятивные принципы, которые интуитивно использовались учеными в этом сложном процессе.

Нами анализируются лишь наиболее завершенные теоретические системы, уже нашедшие свою окончательную форму: 1) классическая механика (механика Ньютона), 2) классическая электродинамика (электродинамика Максвелла), 3) квантовая механика (нерелятивистская квантовая механика Гейзенберга-Шредингера). Эти теории и характеризуются наличием «в каждой из них совершенно определенного, однозначно характеризуемого элементарного объекта»[2]. Поскольку новые методы познания вырастают на основе развития прежних, представлялось важным проследить генезис понятия элементарного объекта и его математического представления на материале истории возникновения и развития этих фундаментальных физических теорий.

Формирование элементарного объекта есть предпосылка и условие, без которого теория не может существовать и развиваться. Отвлечение от тех или иных сторон вещей и наделение их такими, которые в определенной степени огрубляют их природные свойства, дает возможность лучше изучить эти свойства и отношения, а через них и сами вещи. Сформированное в результате такого познавательного процесса понятие может стать элементарным объектом теории. Так, замена реальных тел в механике материальными точками помогает лучше изучить процес-

---

[2] И.А.Акчурин, М.Ф.Введенов, Ю.В.Сачков. Познавательная роль математического моделирования .М., 1968, стр. 20.

сы, связанные с механическим движением, а сама теория классической механики строится с помощью своего элементарного объекта – материальной точки. Именно закономерности движения материальных точек составляют основное содержание классической механики.

Важно раскрыть – как и почему именно понятие материальной точки стало столь необходимым для строящейся теоретической системы, что было руководящей методологической идеей для такого выбора.

Генезис механики и последующее ее развитие связаны с идеей дискретности. Зарождающаяся механика рассматривала индивидуализированные тела на некоем континуальном фоне. Этот континуум понимался создателем классической механики И. Ньютоном как абсолютное неподвижное пространство, вместилище дискретных материальных масс. Все тела, по Ньютону, представлялись составленными из твердых частиц: из первичных мельчайших частиц получаются более сложные образования, которые в свою очередь образуют еще более сложные.

Утверждение дискретного характера строения материи и стало том фундаментальной методологической идеей, которая была положена в основу классической механики и способствовала формированию ее понятий, в том числе и понятия материальной точки. Представление тела как материальной точки вызвано необходимостью предельно жестко локализовать движущееся тело, отвлечься от всех других аспектов движения (внутренние изменения, превращения). Заменяя любое участвующее в движении тело материальной точкой, не обладающей размерами и другими качествами данного тела, но обладающей массой, тем самым верно отражаем то свойство реального объекта, которое играет определяющую роль в механическом движении.

Процесс отвлечения от изменчивости отдельных вещей,

их свойств и отношений связан с их превращением в «жесткие»- элементарные объекты теории. За изменяющимися свойствами физических объектов человеческое мышление отыскивает нечто неизменное. В процессе создания физической теории это инвариантное и постоянное абсолютизируется и вычленяются некторые неизменные простые элементы анализируемых предметов и явлений. Так, на наш взгляд, элементарный объект классической механики – материальную точку можно рассматривать как результат такого вычленения, как результат действия регулятивного принципа сохранения.

По мнению Е.Вигнера, «симметрия, инвариантность и даже законы сохранения, несомненно, играли важную роль в мышлении таких классиков физики, как Галилей и Ньютон, а может быть, и их предшественников»[553].

В формировании элементарного объекта классической механики участвовал и другой не менее важный регулятивный принцип – принцип простоты. Принцип простоты всегда имел большое значение для науки. Всякая научная теория упрощает. Если бы теория включала в свой состав весь фактический материал в том виде, в каком он дан нам в непосредственном наблюдении без соответствующей его обработки, она бы не была теорией. Упрощение есть один из способов проникновения в глубины сущности. А при исследовании механического движения безусловно проще рассматривать перемещение точки, чем какого-либо тела, даже если оно и не имеет сложной конфигурации. Поэтому наиболее естественный путь фиксации элементарного объекта теории состоит в применении критериев простоты к объектам, претендующим на роль элементарного.

Именно применение этих двух регулятивных принципов – принципа сохранения и принципа простоты – позволило

---

[3] Е.Вигнер. Этюды о симметрии. М., 1971, стр. 20.

получит такую необходимую для построения теоретической системы абстракцию. Абстрагируясь от всех свойств материальных тел, кроме одного основного и *сохраняющегося* (для нашей задачи) – массы, приписываем эту массу самому *простейшему* объекту – геометрической точке. Полученное понятие материальной точки является средством для решения задач о движении целого класса тел, неразличимых в пределах применимости этого понятия.

Важную роль в становлении элементарных объектов физических теорий играет введение в теорию обозначающих их символов, знаков. Учитывая, что само знание фиксируется в теоретической системе посредством различных знаковых комбинаций, можно утверждать, что элементарные объекты, вводимые в физические теории, также должны выступать в знаковой форме.

Чтобы быть описанным математическими уравнениями, элементарный объект должен обладать жестко фиксированными сторонами, свойствами, характеристиками. Он должен быть четко отграничен посредством строгого определения от более сложных структур теории. Необходима экспликация понятия элементарного объекта, а именно применение того важного вида экспликации, при котором используются концептуальные средства математики.

Так, эксплицируемое с помощью математического представления понятие материальной точки может быть использовано в решении задач теории, не разрешимых на основе лишь самого (без математического представления) понятия. Математическое представление элементарного объекта классической механики (координаты и скорость материальной точки) – суть важнейшие характеристики этого объекта.

В основании физической теории находятся фундаментальные или, как их называют многие физики, элементар-

ные законы, которые и могут быть сформулированы только на основе определенного элементарного объекта. Это утверждение представляется справедливым, поскольку элементарный объект является средством фиксации знаний о реальных объектах, а его способ функционирования определяет наиболее общие законы исследуемой области действительности.

Наряду со сформированным понятием элементарного объекта – материальной точки формируется и та абстрактная среда – абсолютное пространство и абсолютное время, та система связей, в которой существует, действует и испытывает воздействие наш элементарный объект.

Сформулировав основные свойства пространства и времени, Ньютон только после этого дает определение своих законов движения, словно подчеркивая тем самым, что эти законы являются выражением указанных свойств того физического пространства и времени, в котором рассматривается движение материальной точки.

Понятие движения в механике Ньютона сводится к понятию перемещения материальной точки. Движение понимается как изменение пространственного положения материальной точки в течении времени.

В результате исследования электромагнитных явлений возникла необходимость создания фундаментально новых теоретических понятий, формирования нового элементарного объекта строящейся теории. Сложившаяся во времена Ньютона тенденция объяснить все явления природы на основе корпускулярных представлений о материи с помощью движений материальных точек исчерпала себя.

Понятие сил, действующих непосредственно на расстоянии, не могло удовлетворительно объяснить взаимодействия между телами, обусловленные электрическими и магнитными зарядами. Такие взаимодействия, как показали работы М. Фарадея и Д. К. Максвелла, были связаны не с

действующими между ними мгновенными силами дальнодействия, а с особым состоянием пространства, способного передавать действие некоторой силы. Эти выдающиеся физики подошли к понятию электромагнитного поля.

Путь к этому понятию был извилист и труден, истоки его уводят нас в глубокое прошлое. Если руководящей идеей формирования элементарного объекта классической механики – материальной точки была атомистическая идея, то в формировании элементарного объекта классической электродинамики ею становится противоположная идея – идея непрерывности. Такого рода идея необходима как общефилософская, методологическая предпосылка в становлении и развитии любой естественнонаучной теории.

Необходимость соответствующих методологических предпосылок проявилась с особенной силой при попытках объяснения гравитационного взаимодействия. Эти попытки и привели к двум антагонистическим концепциям дальнодействия и близкодействия – к учениям Ньютона и Декарта. В борьбе этих концепций и прослеживается становление понятия поля.

Лишь в XIX веке, когда М. Фарадей открыл электромагнитную индукцию, поколебалась почти всеобщая уверенность в правильности представлений о том, что тела обладают некоторой изначальной способностью непосредственно действовать на расстоянии. Фарадей решительно отказался от концепции действия на расстоянии и высказал мысль, что решающую роль в явлениях взаимодействия играет промежуточная среда. Этой идеей существования единой для всех явлений природы непрерывной материальной среды руководствовался Фарадей и в дальнейших объяснениях электромагнитных явлений. В частности, он видел промежуточную среду и там, где последователи Ньютона не видели ничего, кроме пустого пространства.

Материя, по Фарадею, «сплошь *непрерывна,* и рас-

сматривая массу ее, мы не должны предполагать различия между ее атомами и промежуточным пространством»[4].

Опираясь на идеи Фарадея, другой выдающийся физик. Д.К.Максвелл смог дать первое научное определение понятия электромагнитного поля.

Наряду с раскрытием значения методологической идеи – идеи непрерывности для формирования элементарного объекта создаваемой теории представляется важным выявить также роль регулятивных принципов простоты и сохранения в этом сложном процессе. Рассмотрение различных фактов электромагнетизма показывает, что было бы крайне сложно объяснить и предвидеть эти факты без некоторого объединяющего понятия, в терминологии которого оказалось бы возможным простое и ясное теоретическое описание. Именно стремление к такой простоте теоретического построения и было одним из факторов выдвижения понятия электромагнитного поля.

Действие другого регулятивного принципа – принцип сохранения в формировании понятия электромагнитного поля наиболее явно проявляется через его конкретный вид – принцип сохранения энергии. Так, руководствуясь этим принципом, Максвелл пришел к выводу: чтобы система уравнений, описывающих электромагнитные явления, была симметричной и не противоречила экспериментальному факту сохранения количества электричества, в одно из уравнений необходимо добавить математический член, не выражающий какого либо из известных в то время фактов. Физически это означало, что помимо явления магнитной индукции, обнаруженного Фарадеем, следует допустить существование симметричного явления электрической индукции. Именно открытие этого явления и было важнейшим шагом в длительном и сложном процессе станов-

[4] М. Фарадей. Избранные работы по электричеству. М., 1939, стр. 211.

ления понятия электромагнитного поля.

В противоположность феноменологической теории электричества Фарадеем и Максвеллом разрабатывается теория электромагнитного поля, в которой вообще отрицается существование электрического заряда как самостоятельной индивидуальности и на передний план выступает понятие электромагнитного поля как элементарного объекта будущей теории.

Будучи элементарным объектом классической электродинамики, понятие электромагнитного поля выполняет функцию непосредственного замещения, обозначения описываемых теорий фрагментов реальности. Осуществление этой функции возможно именно потому, что понятие поля верно выражает наиболее общее, существенное в исследуемых объектах.

Качественное своеобразие изучаемых фрагментов реальности адекватно выражается в понятии элементарного объекта, но может быть описано в теории лишь на абстрактном языке математики, с помощью математического представления элементарного объекта.

Максвелл выводит математическое представление элементарного объекта создаваемой теории, применяя для этого средства векторного исчисления, разработанные Гамильтоном. Все богатство содержания понятия электромагнитного поля и раскрывается наиболее полно после выражения его с помощью математического представления, с помощью векторов электрической и магнитной напряженности E и H. Уже на основе этого математического аппарата все разнообразие электромагнитных явлений, всю совокупность законов, которым они подчиняются, Максвеллу удалось свести в одну систему уравнений, ставшей основой теории электромагнитного поля.

Система уравнений Максвелла и представляет собой в сущности математическую формулировку основных по-

стулатов или «аксиом» классической электродинамики, играющих в ней ту же роль, какую в классической механике играют Законы Ньютона. Также, как в классической механике, элементарный объект и его математическое представление и здесь служат для формулировки этих основных постулатов.

Понятие элементарного объекта имеет важное значение и для исследования структуры такой физической теории как квантовая механика. Рассмотрение этого понятия особенно необходимо, ибо квантовая механика принципиально изменила многие представления классической физики. Она существенно отличается по логике и по методу от прежних физических теорий. Но так же, как и теории классической физики, квантовая механика строится с помощью элементарного объекта. Таким основным исходным понятием этой теории является понятие квантовой системы с его математическим представлением.

В области микромира исследователи столкнулись с самостоятельной и специфической предметной областью, закономерности которой принципиально не сводятся к закономерностям классической физики. Объекты, изучаемые квантовой механикой, проявляли дискретные свойства при одних условиях и совершенно противоположные (непрерывные) свойства при других. Но эти противоположные свойства были присущи одним и тем же объектам, следовательно, эти объекты требовали принципиально иных понятий, их описывающих. Представления о микрообъектах как о материальных точках или полях нуждались в пересмотре, и элементарные объекты классической физики (материальная точка, поле) уже не могли быть элементарным объектом квантовой механики. Таким образом, в строящейся теории микромира встал вопрос и о качественно ином элементарном объекте.

К началу XX века концепция прерывности и концепция

непрерывности по-прежнему были обособлены и соответствовали двум считавшимся полной противоположностью формам бытия материи: одной – наделенной корпускулярной структурной организацией, дискретностью и другой – наделенной континуальной, непрерывной организацией.

С появлением квантовых представлений такое разделение не могло сохраниться, перед наукой встала проблема синтеза противоположностей – прерывного и непрерывного. Однако не хватало не только более глубоких представлений о структуре вещества и поля – прежде всего нужно было философски осмыслить сами понятия поля и вещества.

В этот период явно проявилась методологическая значимость марксистского учения о диалектическом единстве противоположностей. Еще Гегель, развивая учение об антиномиях Канта, пришел к выводу о наличии у объектов природы одновременно прерывных и непрерывных свойств. Однако потребовался длительный и сложный путь физического познания, а также философский анализ новых открытий, чтобы показать, что противоположность дискретного и непрерывного действительно имеет относительную природу, что эти противоположности способны переходить друг в друга в определенных условиях. Поэтому совершенно справедливо замечание Ф. Энгельса о том, что Гегель слишком просто и легко решает антиномию дискретного и непрерывного, «очень легко разделывается с этим вопросом о делимости, говоря, что материя – и то, и другое, и делима и непрерывна, и в то же время ни то, ни другое»[5].

Лишь после открытия М. Планком дискретного характера излучения наука приступила к решению старой антиномии – к диалектическому синтезу прерывного и непре-

[5] К.Маркс и Ф.Энгельс. Соч., т. 20, стр. 560.

рывного, к новым взглядам на вещество и поле, не находящих в классической физике подходящих аналогий. Развитие этой концепции, осуществленное А. Эйнштейном, состояло з утверждении, что излучение не только испускается и поглощается отдельными квантами, но и распространяется, сохраняя свою квантовую, дискретную структуру.

Так был нанесен первый важный удар по представлениям, связывающим дискретность только с веществом и непрерывность только с полем. Электромагнитное поле приобрело казавшуюся ранее совершенно несовместимую с ним черту. В физику робко входила диалектическая идея какой-то внутренней связи прерывного и непрерывного. Этому способствовала в значительной степени и гипотеза Луи де Бройля, по которой не только поле имеет корпускулярную природу, но и частицы вещества в свою очередь обладают волновыми свойствами.

Анализ исследуемых строящейся теорией физических данных показывал, что элементарные объекты теорий классической физики не могли стать элементарным объектом квантовой механики. Но будучи принципиально отличным это новое понятие должно было как бы «вобрать» в себя и понятие материальной точки и понятие поля, образовать их некий синтез, чтобы адекватно описывать изучаемый фрагмент реальности и связанный с ним род взаимодействий. Таким понятием и стало понятие квантовой системы. Ему соответствуют в реальном мире квантовые свойства микрообъектов. Это новое понятие зарождалось еще при изучении как объектов, представленных в классической механике понятием материальной точки, так и объектов, представленных в классической электродинамике понятием поля; и уже углубляясь от познания «сосуществования» взаимоисключающих свойств у объектов: микромира к познанию основы единства этих

свойств наука сформировала понятие квантовой системы.

Важную роль в этом сыграл принцип дополнительности, выдвинутый Н.Бором. По этому принципу недостаточность языка классической физики при описании квантово-механических процессов компенсируется взаимной дополнительностью прерывного и непрерывного способов описания. Без такого дуализма, т. е. одновременного использования корпускулярных и волновых понятий не обойтись, и Н.Бор показал, что их дополнительное использование не приводит к противоречиям.

Таким образом, важной особенностью строящейся квантовой механики было то, что она синтезировала идеи прерывности, свойственные формированию элементарного объекта классической механики, и идеи непрерывности, свойственные формированию элементарного объекта классической электродинамики. Именно идея их диалектического синтеза стала руководящей методологической идеей в формировании элементарного объекта квантовой механики – квантовой системы.

В отличие от материальной точки классической механики, состояние которой определяется координатами и импульсом, для квантовой системы невозможно определить с абсолютной точностью и координаты и импульс: чем точнее зафиксирована одна характеристика, тем с меньшей точностью можно определить значение другой. Соотношение неопределенностей в квантовой механике ограничивает понятие материальной точки, и элементарным объектом теории становится квантовая система, которая не может быть рассматриваема как непротяженное тело или как система непротяженных тел, т.е. если уподобить квантовую систему материальной точке, то при этом получается некоторая фундаментальная неопределенность импульса.

При формировании элементарного объекта квантовой механики и была учтена эта специфика свойств микрообъ-

ектов, и сформированное понятие (квантовая система) отразило ее.

Как и любая физическая теория, квантовая механика имеет свою вполне определенную сферу действия, соотнесенную с определенными объективными условиями, и внутри этой сферы она отражает существенные свойства объектов. В ходе познания происходит расчленение действительности на отдельные стороны и изучение их в отдельности. Понятие элементарного объекта и охватывает *инвариантные* необходимые, сущностные стороны и свойства вещей в их совокупности, «снимает» случайное, являющееся, неповторимое, единичное. Благодаря абстракции выявленный признак фиксируется как необходимо общий признак и оформляется в понятии элементарного объекта. Поэтому элементарные объекты есть абстрактные объекты.

Так, элементарные объекты квантовой механики, квантовые системы есть абстрактные системы, не существующие реально, а мысленно построенные из реальных, конкретных систем, как их идеализации. Однако эти абстракции имеют важные познавательные возможности, так как в определенных физических условиях реальные системы, изучаемые с определенной степенью точности, можно рассматривать как упомянутые выше абстракции и вследствие этого *упростить* описание их поведения, *«...все* научные (правильные, серьезные, не вздорные) абстракции, – как писал В. И. Ленин,– отражают природу глубже, вернее, *полнее»*[6].

История создания квантовой механики показывает, что процесс формирования элементарного объекта, глубоко и адекватно отражающего закономерности поведения микрочастиц, протекал в теснейшей взаимосвязи с процессом

[6] В.И.Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 152.

отыскания тех новых математических объектов (матрицы Гейзенберга и волновые функции Шредингера), которые оказались способны количественно выразить эти существенно новые закономерности; лишь в дальнейшем эти математические объекты стали рассматриваться в качестве математического представления уже вполне определенного элементарного объекта – квантовой системы.

Законы квантовой механики описывают определенный класс физических объектов – микрообъекты. Множество разнообразных объектов микромира равноправно по отношению к законам квантовой механики. Такое «равноправие» и становится возможным именно благодаря объединяющему все эти различные микрообъекты понятию элементарного объекта – квантовой системы. При этом существенное значение имеет представление о состояниях квантовой системы и их взаимосвязях. Все изменения, которые претерпевает квантовая система во времени, в квантовой механике регистрируются как изменения ее состояния, как появление одних состояний и исчезновение других. Любое же состояние квантовой системы обусловлено некоторым предыдущим ее состоянием и теми взаимодействиями, которые совершаются над системой при ее переходе из начального состояния в конечное. При этом и предполагается знание законов движения данной квантовой системы. С помощью уравнении квантовой механики нельзя получить ответа на вопрос, почему реализуется то, а не иное конечное состояние квантовой системы, поэтому говорят о вероятностном характере основного закона квантовой механики.

Обе формы уравнения движения квантовой механики (гейзенберговская и шредингеровская) были образованы с помощью математического представления элементарного объекта. С его же помощью «конструировались» важнейшие понятия квантовой механики. Именно матрицы и

волновые функции явились теми исходными математическими объектами, которые стали эвристической основой формирования фундаментальных физических понятий квантовой теории, таких, как состояние, наблюдаемая и т. д.

При аксиоматическом построении квантовой механики были использованы идеи абстрактных пространств. Матрицы и волновые функции представляются при этом как различные, но эквивалентные друг другу представления векторов состояния в бесконечномерном гильбертовом пространстве.

Раскрытие регулятивной роли принципа сохранения в формировании элементарного объекта квантовой механики и его математического представления дает рассмотрение свойств симметрии самой φ-функции. В основе симметрии волновой функции, как и в основе любого типа симметрии, лежит специфическое тождество. Симметрия φ-функции является математическим отражением принципа тождественности (неразличимости) частиц. В этом случае, т. е. если речь идет о том, как симметрия отражается в математическом аппарате теории, согласно принятой терминологии исследователь имеет дело с преобразованиями, в которых выявляется сохранение того или иного абстрактного объекта теории. Другими словами, в теоретической системе симметрия предстает как преобразования с соответствующими этим преобразованиям инвариантами [56 7]. В этом смысле и можно утверждать, что становление математического представления элементарного объекта квантовой механики осуществляется с помощью регулятивного принципа сохранения, а именно как последовательное отражение специфической симметрии волновых свойств микрочастиц, проявляющейся в особенностях их волнового движения. В результате оказывается – сама φ-функция об-

[7] Н. Ф. Овчинников. Принципы сохранения. М., 1966, стр. 215.

ладает свойствами симметрии, инвариантности. Свойства эти представляются наиболее важными, лежащими в основе описания квантово-механических закономерностей.

При движении познания вглубь микромира, к новым физическим теориям принцип сохранения вместе с принципом простоты продолжают играть свою важную методологическую роль. Их регулятивная роль будет проявляться, на наш взгляд, и в формировании элементарных объектов новых теорий, ибо принципы эти базируются на объективно верном отражении действительности, являясь способами проникновения в глубины сущности.

Для создания новой фундаментальной физической теории нужны, прежде всего, какие-то совершенно новые, не тривиальные, или (по уже ставшему тривиальным выражению) «безумные» идеи. Можно с уверенностью утверждать, что в качестве элементарного объекта будущей фундаментальной теории не будут использованы элементарные объекты прежних теорий, ее построение с необходимостью связано с введением не менее диковинных, чем сама теория, элементарных объектов, диалектически сочетающих в себе несовместимые с точки зрения «здравого смысла» представления, обладающих важными эвристическими возможностями для познания тайн природы.

Формирование элементарного объекта будущей физической теории немыслимо без еще более детального методологического анализа уже созданных физических теорий, философского осмысления и освоения новейших результатов физической науки.

По-видимому, не только физические, но и другие естественно-научные теории характеризуются понятием элементарного объекта. Рассмотрение элементарных объектов теорий других естественных паук представило бы значительный методологический интерес. Следует выяснить природу этих элементарных объектов, способы их «по-

строения», виды элементарных объектов и их функции в строении теоретического знания. Такие исследования могли бы принести непосредственною пользу самим естественным наукам при создании новых теорий, а кроме того имели бы важное значение в повышении роли диалектико-материалистической методологии, способствуя укреплению завещанного В.И.Лениным союза философии и естествознания.

З. Г. АЛИБЕКОВ

ПРОБЛЕМА НАПРАВЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ

Древние сказания и молитвы, первые письменные источники древности свидетельствуют о том, что человечество издавна задумывалось над феноменом времени. Время привлекло внимание научной мысли человечества уже на ранних ступенях развития научного знания. В ходе исторического развития общественного производства и науки этот интерес постоянно усиливался. Это обусловливается многими причинами, в первую очередь тем, что исследование проблемы времени занимает важное место в построении научной картины мира и в создании подлинно научной теории развития. Интенсивность теоретического исследования проблемы времени резко возросла в результате революции в естествознании конца XIX – начала XX века в связи с выходом физики на структурный уровень микромира и созданием теории относительности. Важными факторами развития научного исследования проблемы времени явились создание квантовой механики и революционные открытия в области астрофизики и космологии.

Проблема времени принадлежит к числу тех научных проблем, исследование которых необходимо требует последовательного осуществления ленинского принципа союза ученых естествоиспытателей и философов. Мировоззренческий характер этой проблемы, фундаментальность и всеобщность времени как формы существования материи обусловливают необходимость философского обобщения данных многих наук относительно времени и синтеза достижений этих наук в единое учение о времени и его свойствах. Развитие исследования проблемы времени осуществляется учеными-философами и естествоиспытателями–путем философского анализа и обобщения достижений

естественных наук в области познания временных отношений на различных структурных уровнях материи в разных видах взаимодействия материальных систем..В середине XX века проблема времени настолько разрослась, что возникла необходимость специального исследования отдельных аспектов этой проблемы и различных свойств времени. Наиболее отчетливо сущность времени проявляется во временном порядке и направлении времени. Поэтому исследование и философский анализ направления времени выросли в относительно самостоятельную проблему, которой посвящено множество статей и специальные монографии.

Методологической основой исследования свойств времени является понимание его внутренней природы, или сущности (иными словами, ответ на вопрос «Что такое время?»).

Ф. Энгельс в «Анти-Дюринге» и «Диалектике природы» подверг критике идеалистические представления о времени и пространстве и сформулировал диалектико-материалистическое понимание времени и пространства как всеобщих объективных форм существования материи[1]. В книге «Материализм и эмпириокритицизм» В. И. Ленин показал несостоятельность идеалистических взглядов махистов и неокантианцев на пространство и время[2].

Развитие научных взглядов, опирающихся на достижения естествознания (в первую очередь, физики и космологии), показывает методологическую бесплодность попыток отрицать объективную природу временных отношений. Поэтому многие западные исследователи проблемы времени рассматривают его природу с позиций естественно-исторического материализма (О. К. де Борегар, М.Бунге,

---

[1] К. Маркой Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 550.

[2] См. В. И. Ленин. Поли. собр. соч., т., 18, гл. 5, § 3.

Т.Гоулд, Р.Шлегель и др.).

Наряду с этим в западной философской литературе высказываются и идеалистические концепции природы времени. Американский ученый А. Раффа утверждает, что «время есть абстрактное количество, которое существует обособленно от какого-либо отношения к материи»[3]. К.Денбиг пишет: «То, что мы называем «временем», представляет из себя исключительно мысленную конструкцию, которая придает единство обширной области нашего опыта»[4]. С точки зрения бергсонианца Р. Летьена, «время есть чистая интуиция...[5]».

Во взглядах на природу времени исторически сложились две основные концепции – субстанциальная и реляционная. Развитие исследования проблемы времени показало ограниченность и методологическую неплодотворность попыток субстанциализировать время – рассматривать его как самостоятельную сущность, обладающую независимым от материальных систем вещественно-предметным существованием. Более адекватно природа времени раскрывается реляционной концепцией времени. Согласно этой концепции, время представляет собой свойство, атрибут материи, *систему отношений* между физическими процессами, происходящими в ходе взаимодействия элементов материальных систем и взаимодействия материальных систем друг с другом.

Реляционная концепция получила развитие в диалектико-материалистическом понятии времени, конкретизируя определение времени как формы существования материи,

---

[3] A. Kuffa. Comment on: “The Nature of Time”. “American Journal of Physics”, vol. 39, 1971, № 1, p. 117.

[4] K.J.Denbigh. In Defence of the Direction of Time “Studium Generale”, vol. 23, 1970, № 3, p. 328.

[5] R.Lestienne. Characteristics of Physical Duration. “Scientia”, vol. 107, 1972, № 1-2, p. 95.

Ф. Энгельс отмечает, что быть во времени – это значит существовать в форме «последовательности одного после другого»[6].

Развивая диалектико-материалистическое понимание времени, советские философы предлагают в своих работах различные варианты определений времени[7]. Совпадая в основном, существенном, они различаются по степени подробности и по тому, какую сторону времени автор определения выдвигает на первый план. Обобщив эти определения, можно предложить следующее.

Время – всеобщая объективная форма существования материи, форма координации материальных систем, совокупность отношений, выражающих координацию состояний взаимодействующих систем – смену состояний, их последовательность и длительность.

Сущность времени заключается в том, что *время есть выражение процесса становления* – вечной смены одних состояний материальных систем другими их состояниями[8].

Гегель в своих произведениях дал много различных определений времени, в том числе и определений, противоречащих друг другу. Но одно из них представляется наиболее глубоким, наиболее адекватно выражающим подлинную сущность времени: «не во времени возникает и преходит все, а само время есть это становление, возникновение и прехождение»[9].

Существенной особенностью времени является то, что оно «течет». Понятие «течение времени» при всей его ме-

---

[6] Ф.Энгельс. Диалектика природы. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч. т. 20, стр. 351.

[7] См. Р. Я. Штейнман. Пространство и время. М., 1962, стр. 232; С.Т.Мелюхин. Философские проблемы современной физики. М., 1966, стр. 23.

[8] См. Я.Ф.Аскин. Проблема времени. М., 1966, стр. 75-78.

[9] Гегель. Философия природы. Соч., т. II. М.-Л, 1934, стр. 50.

тафоричности имеет объективное содержание. Это отрицают некоторые западные исследователи проблемы времени. Дж.Смарт называет течение времени «иллюзией»[10], а Д.Парк – «мифом»[11]. Несостоятельность отрицания объективного характера течения времени, объективного содержания понятия «течение времени» обусловлена тем, что эти авторы искажают подлинную природу времени. На том основании, что время не обладает такой количественной характеристикой, как скорость механического перемещения, Дж.Смарт объявляет течение времени фикцией, отказывает этому понятию в объективном содержании.

Только правильное понимание природы времени позволяет выявить истинное содержание понятия «течение времени». Требовать от течения времени, чтобы оно обладало скоростью механического перемещения, это значит субстанциализировать время. Объективное содержание понятия «течение времени» состоит в том, что оно, по определению Я.Ф.Аскина, выражает «последовательную смену событий... Акты становления («осуществления»), следующие друг за другом вечной чередой, это и выражается течением времени»[12].

Течение времени представляет собой направленное изменение временного параметра движения. В понятии «направление времени» отражена направленность развертывания материальных процессов, сменяемость материальных систем и их состояний, однонаправленный и необратимый характер вечной смены одних качественных и количественных состояний другими.

Для обозначения однонаправленности и необратимости

---

[10] См. J. J. Smart. Introduction to “Problems of Space and Time” New-York, 1964, p. 17.
[11] См. D. Park. The Myth of Passage of Time. “Studium Generale”, ol. 2 4, 1971, N 1, p. 20.
[12] Я. Ф. Аскин. Проблема времени, стр. 81.

времени в физической и философской литературе применяется ряд терминов: *асимметрия времени* (М. Бунге, Дж. Льюис, Дж Смарт, Дж. Уитроу); *анизотропия времени* (З. Аугустынек, О. К. де Борегар, А. Грюнбаум, Г. Мельберг, Г. Г. Сучкова, А. Турсунов); *стрела времени* (А. Эддингтон, Л. Бриллюэн, Т. Гоулд. Дж. Нарликар, К. Р. Поппер, Ф. Хойл). Термин *направление времени* также имеет широкое распространение в научной литературе (С. Ш. Авалиани, П. Анев, Я. Ф. Аскин, М. Дако, К. Денбиг, Я. Б. Зельдович, А. М. Мостепаненко, И. Д. Новиков, О. Пенроуз, Дж. Персивэл, Г. Рейхенбах, И. Шумилевич). Это ясный и определенный термин, адекватно отражающий сущность рассматриваемых нами особенностей времени.

Направление времени характеризуется отношением моментов времени «прошлое», «настоящее» и «будущее». Сущность понятия «направление времени» заключается в том, что *время «течет» от прошлого через настоящее в будущее.*

Глубокая внутренняя противоречивость перехода состояний материальных систем из области будущего состояния через момент настоящего в область прошлого обусловила затруднения, которые испытывали все ученые с древнейших времен, когда они пытались отобразить в понятиях этот переход и выявить сущность моментов времени «прошлое», «настоящее» («теперь») и «будущее». Одна из главных трудностей состоит в том, что корректное, логически непротиворечивое определение моментов времени «прошлое», «настоящее» и «будущее» не должно заключать в себе ни в явной, ни в скрытой форме временных оценок типа «до» и «после», «раньше чем» и «позже чем».

Т. Гоббс писал, что «только настоящее имеет бытие в природе, прошлые вещи имеют бытие лишь в памяти, а

будущие вещи не имеют никакого бытия»[13].

На самом деле моменты времени «прошлое», «настоящее» и «будущее» существуют реально, но обладают различным онтологическим статусом, существуют в различной форме. И критерием различения форм их реального существования является категория *становления.*

Течение времени от прошлого через настоящее в будущее и выражает процесс становления, перехода материальной системы как данной качественной определенности от небытия к бытию и от бытия к небытию – процесс исторической смены качественных состояний системы. В свете категории становления прошлое выступает как *ставшее,* настоящее – как *становящееся* (переживающее процесс становления), а будущее – как *тенденция становления*[14].

А.Грюнбаум выдвинул концепцию субъективной природы становления, он отрицает объективную реальность прошлого, настоящего и будущего. В статье «Статус временного становления» он вновь повторяет концепцию, сформулированную им ранее в книге «Философские проблемы пространства и времени» (гл. 10): «Становление является зависимым от сознания (mind-dependent) потому, что оно не есть свойство, внутренне присущее физическим событиям, а представляет из себя концептуальную систему, с помощью которой реальным событиям приписываются состояния сознания»[15]. По Грюнбауму, деление событий на прошлые, настоящие и будущие всецело зависит от того, какой момент времени субъект изберет в качестве исходного момента «теперь»[16].

---

[13] Т. Гоббс. Избранные произведения, т. II. М., 1964, стр. 62.
[14] См. Я.Ф.Аскин. Проблема времени, стр. 84-85.
[15] A.Grünbaum. The Status or Temporal Becoming. “Time in Science and Philosophy”. “Academia”, Praha, 1971, p. 68.
[16] Ibid. p. 72.

Еще Августин высказал замечательную догадку о реальном существовании прошлого и будущего: «В самом деле, как могли, например, пророки, которые предсказывали будущее, видеть это будущее, если бы оно не существовало? Ибо того, что не существует, и видеть нельзя... Итак, надобно полагать, что и прошедшее, и будущее время также существуют, хотя и непостижимым для нас образом»[17].

С точки зрения диалектического материализма, объективно реальное существование прошлого, настоящего и будущего обусловливается диалектикой действительности и возможности. Объективное содержание категорий действительности и возможности и диалектика их взаимосвязи могут служить критерием различения моментов времени «прошлое», «настоящее» и «будущее». Прошлое существует как осуществившееся, настоящее – как осуществляющееся, а будущее – как возможность осуществления. В этом различии отчетливо проявляется становление как сущность временного изменения, течения времени от прошлого через настоящее в будущее. Процесс становления реализуется как переход возможности в действительность. Этот переход составляет объективное содержание понятия момента времени «настоящее» или «теперь». В моменте времени «теперь» воплощено диалектическое единство устойчивости материальных систем и их изменчивости, сохранения и изменения их состояний, прерывности и непрерывности материальных процессов.

Аристотель высказал глубокую мысль, характеризующую диалектическую противоречивость этого момента времени: «Теперь»... есть непрерывная связь времени, оно связывает прошедшее время с будущим и вообще является

---

[17] Августин. Исповедь. Антология мировой философии, т. 1, ч. 2, М., 1969, стр. 587.

границей времени, будучи началом одного и концом другого. Ведь «теперь» разделяет время потенциально. И поскольку оно таково, оно всегда иное, поскольку же связывает, всегда тожественно...

...«теперь» – с одной стороны, это потенциальное деление времени, с другой – граница обеих частей и их объединение, а разделение и соединение одного и того же тождественно, только по бытию различно»[18].

Понятие временного момента «теперь», или «настоящее», обозначает тот период бытия материальной системы, когда система *уже* не та, чем была до начала процесса перехода ее в новое качественное состояние, и *еще* не та, чем она станет, когда этот процесс завершится. Длительность этого момента определяется отрезком времени, необходимым для осуществления процесса перехода системы из одного состояния в другое – для становления нового состояния.

Для течения времени как последовательности событий характерны два типа временных отношений: направление времени и временной порядок. Направление времени характеризуется физическим различием прошлого, настоящего и будущего, а временной порядок выражен отношениями «раньше; чем» и «позже чем». Эти два типа временных отношений лежат в основе двух взаимодополнительных концепций времени – *динамической* и *статической,* возникших еще в древнегреческой философии.

Исследование направления времени позволяет выявить его структуру. Направление времени есть единство его *однонаправленности* и *необратимости.*

С точки зрения С.Ш.Авалиани, «необратимость времени

---

[18] Аристотель. Физика, кн. IV, 13, 222а. М., 1937, стр. 100—101,

является показателем его однонаправленности»[19]. Однако такое представление неадекватно отображает действительное, соотношение этих специфических свойств времени. Они близки по содержанию и взаимосвязаны в рамках направления времени, но не тождественны друг другу. Анализ их различия, осуществил Г. Маргенау в книге «Природа физической реальности» [57 20]. Однонаправленность состоит в том, что время не может течь в обоих направлениях сразу, то есть от настоящего к будущему и прошлому одновременно. Необратимость времени выделяет одно из этих направлений. Необратимость времени проявляется в том, что нельзя вернуться в прошлое, нельзя, подобно тому, как мы это делаем в пространстве, дважды побывать в одной и той же временной точке, невозможно материально воздействовать на процессы, которые мели место в прошлом.

Однонаправленность и необратимость времени – очевидный факт. Задача состоит в том, чтобы на теоретическом уровне познания исследовать эти свойства времени, наиболее глубоко выражающие его сущность. Исследование направления времени требует создания таких концептуальных моделей течения времени, на которых можно было бы изучить его однонаправленность и необратимость. Создание энтропийных, электродинамических, квантово-механических и космологических моделей направления времени позволяет конкретизировать, наполнить естественнонаучным содержанием, уточнить и обосновать общий философский вывод о том, что сущностью направления времени является однонаправленный и необратимый характер становления.

---

[19] Авалиани С.Ш. Очерки философии естествознания. «Мецниереба», Тбилиси, 1968, стр .145.

[20] См. H. Margenau. The Nature of Physical Reality. Mc. Grow Hill, New-York, 1950, p. 159-161.

Для теоретического исследования направления времени первостепенное значение имеет проблема соотношения номолорической обратимости и фактической необратимости времени.

Помологическая (греч. nomos – закон) необратимость (и. соответственно, обратимость) имеет в качестве своего основания законы науки и описывающие их уравнения, а *фактическая* – реальное осуществление материальных процессов.

Время считается номологически обратимым тогда, когда все законы науки, описывающие данный класс явлений, инвариантны относительно операции временного обращения (инверсии времени), то есть когда эти законы симметричны во времени. Время считается номологически необратимым тогда, когда некоторые (или даже один!) законы науки, описывающие данный класс явлений, неинвариантны относительно инверсии времени, то есть позволяют выявить физическое различие прошлого и будущего состояний материальной системы.

Известно, что уравнения классической механики симметричны во времени. Время в этих уравнениях номологически обратимо. Процессы, описываемые этими уравнениями, не утрачивают физического смысла после операции обращения времени. Так, номологическая обратимость времени в законах Ньютона выражается в том, что вид ньютоновских уравнений движения не меняется, остается инвариантным при замене в них $+t$ на $-t$.

Второй закон Ньютона для одного тела имеет вид

$$m = \frac{d^2\vec{r}}{at^2}\vec{f},$$

где $\vec{f}$ – сила, не зависящая от времени, m – масса, $\vec{r}$ и t характеризуют положение тела соответственно в пространстве и во времени. Замена t на $-t$ ничего не меняет в этом

уравнении. Обратный процесс точно так же имеет физический смысл, как и прямой.

Симметричны во времени и уравнения квантовой механики. Полные (зависящие от времени) волновые функции определяются уравнением, которое «сохраняет свой вид, если в нем заменить t на $-t$ и одновременно перейти к комплексно сопряженному»[5821].

В основном уравнении квантовой механики – уравнении Шредингера $ih\frac{\partial\varphi}{\partial t} = H\psi$

при замене t на $-t$ волновая функция определяющая состояние данной физической системы, заменяется комплексно сопряженной функцией ψ^*. Однако это не является показателем временной асимметрии этого уравнения. Физический смысл имеет лишь квадрат модуля ψ-функции. Он равен произведению $\psi\psi^*$, а это означает, что уравнение Шредингера симметрично во времени.

Симметрия законов механики, их инвариантность относительно операции временного обращения дает основания полагать, что все описываемые этими законами и их уравнениями процессы материального мира обратимы. Это противоречит тому реальному факту, что в мире господствует необратимость материальных процессов. В действительности в природе и в обществе полностью, абсолютно обратимых процессов не существует. Повторяемость, обратимость, цикличность носят относительный характер. Невозможность осуществления полностью обратимых процессов обусловлена теми требованиями, которым, с точки зрения науки, должны были бы отвечать эти процессы. Обратимым считается процесс, «который может протекать в обоих направлениях, причем если процесс протек сперва в одном направлении, а потом в обратном, то

---

[21] Л.Д.Ландау, Е.М.Лифщиц. Краткий курс теоретической физики, кн. 2. Квантовая механика. М., 1972, стр. 83.

система должна вернуться в исходное состояние без того, чтобы в окружающих телах произошли какие-либо изменения»[22]. Отдельно рассматриваемая система может возвратиться в состояние с исходными параметрами, но для своего обращения она черпает энергию в системе более высокого порядка, по отношению к которой она является подсистемой. Эта компенсация энергии, затраченной на прямой цикл, делает возможным обратный цикл–своего рода обращение подсистемы, но эта же компенсация придает всей системе необратимый характер. Поэтому неправомерны попытки отождествить физический процесс возвращения относительно самостоятельной системы к состоянию с исходными параметрами с фактическим обращением времени [59] [23]. Основой правильного понимания действительного соотношения фактической необратимости времени и обращения последовательности смены состояний системы является учет существенных особенностей становления – его однонаправленности и необратимости.

Противоречие между помологической обратимостью и фактической необратимостью времени является основным противоречием теоретического исследования проблемы направления времени. Это противоречие разрешается путем построения таких концептуальных моделей направления времени, которые являются номологически необратимыми и адекватно воспроизводят на теоретическом уровне познания фактическую необратимость реального времени. Математический (или символический) аппарат такой модели направления времени должен отчетливо выявлять физическое различие прошлого и будущего. В ходе дальнейшего изложения будет сделана попытка показать,

---

[22] С.Э.Фриш, А.В.Тиморева. Курс общей физики, т. I. М., 1958 стр. 261.
[23] Примером такой попытки является рассуждение Н. Шварца. См. N.Swartz. Is there an Ozma-problem for Time? Analysis", vol 33 1973, № 3, p 77-82.

что хотя построение таких концептуальных моделей наталкивается на серьезные трудности, все же в этом направлении уже достигнуты обнадеживающие результаты.

Однако первым явлением, характер которого привлек внимание научной мысли в качестве возможного основания направления времени, была необратимость причинно-следствен ной связи. Возникла идея сведения временного порядка к по рядку следования причины и следствия, а необратимости времени – к необратимости причинно-следственной связи Предложенная Лейбницем *причинная теория времени* явилась первой попыткой теоретического обоснования необратимости времени. Эта теория имеет как сторонников, так и противников. Критики этой теории справедливо усматривают логическую ошибку предвосхищения основания в попытке обосновать направление времени фактом предшествования причины своему следствию. В самом деле, когда мы говорим «причина предшествует следствию», мы уже предполагаем данным это направление времени. Попытки представить однонаправленность и необратимость следования причины и следствия в качестве основания, или даже причины, однонаправленности и необратимости времени обречены на неудачу. И не только потому, что не удается избежать логических ошибок. Этот подход методологически неоправдан, потому что причинно-следственная связь не исчерпывает всех видов связи и материального взаимодействия.

Все это вовсе не сводит на нет значения причинности для построения теории времени. Однонаправленная последовательность и необратимость причинно-следственной связи выступает как один из существенных коррелятов направления времени.

Однако в проблеме временного отношения причины и: следствия существует концепция, которая исключает возможность рассматривать причинно-следственную связь в

качестве коррелята направления времени. Согласно этой концепции, причина и следствие одновременны. Эта мысль была высказана Кантом в «Критике чистого разума». Концепцию одновременности причины и следствия отстаивают А.И.Уемов, С.Е.Зак, С.В.Остапенко.

Этой точке зрения противостоит взгляд, согласно которому причина предшествует своему следствию, а точнее, соответственные фазы развития причины и следствия разновременны (например, начало причины предшествует началу проявления следствия). Такое представление адекватно воспроизводит временное соотношение причины и следствия.

Это признавал и Кант, отмечая, что «существует все же ничтожно малое время между каузальностью причины и непосредственным ее действием...»[6024]. Хотя и косвенно, это же следует из рассуждения одного из сторонников концепции одновременности С.Е.Зака. После утверждения, что «начало и конец становления следствия совпадают во времени с причиной»[25]. С.Е.Зак тут же отмечает, что «перенос вещества, энергии и информации идет от причины к следствию»[26]. Но это и означает, что поскольку этот перенос есть *процесс,* который не может не обладать опгеделенной длительностью, то не может быть полного совпадения начала действия причины с началом проявления следствия. И еще до начала этого переноса вещества и энергии к следствию причина обладает реальным бытием как формирующаяся, становящаяся причина[27]. Это придает

---

[24] И. Кант. Соч. в шести томах, т. 3. М.., 1964, стр. 269.

[25] С.Е.Зак. К вопросу асимметрии причинно-следственных взаимосвязей. «Философские науки», 1972, № 1, стр. 73.

[26] С.Е.Зак. К вопросу асимметрии причинно-следственных взаимосвязей, стр. 73.

[27] См. З.М.Оруджев, М.Д.Ахундов. Временная микроструктура причинной связи. «Философские науки», 1969, № 6, стр. 66-72.

причинно-следственному отношению асимметричный характер. И хотя временная асимметрия причинности не может служить основанием асимметрии реального времени, она существенно дополняет и обогащает содержание теоретического познания направления времени, выступая в качестве одного из коррелятов однонаправленности и необратимости времени.

В процессе развития исследования проблемы направления времени внимание исследователей привлекают такие явления и процессы, которые, с одной стороны, являются физическими коррелятами направления времени – его однонаправленности и необратимости – а, с другой стороны, описываются на теоретическом уровне как асимметричные во времени – номологически однонаправленные и необратимые. Для решения этих задач создано несколько концептуальных моделей направления времени. С точки зрения номологической асимметрии времени наибольший интерес представляют такие модели, пли стрелы, времени как *энтропийная, электродинамическая, космологическая и квантовомеханическая*.

В середине XIX века Р.Клаузнус обнаружил такую физическую характеристику состояния материальной системы, особенности которой совпадают с характером течения времени – с его однонаправленностью и необратимостью. Такой характеристикой является *энтропия.* В процессе развития понятия энтропии сформировались три его аспекта: термодинамический, статистический и информационный.

В свете проблемы направления времени важнейшее значение имеет то, что согласно второму началу термодинамики энтропия замкнутой термоизолированной системы всегда возрастает**,** пока система не достигает состояния теплового равновесия (закон возрастания энтропии).

Энтропия в ее термодинамической интерпретации яви-

лась первым однонаправленным и необратимым явлением, номологически зафиксированным наукой. Созданная на основе закона возрастания энтропии термодинамическая модель направления времени номологически воспроизводит фактическую однонаправленность и необратимость времени, позволяет выявить физическое различие прошлого и будущего состояний замкнутой материальной системы.

Рассмотрение энтропии замкнутой изолированной системы в статистическом (вероятностном) аспекте показывает, что изменение вероятностей последовательных состояний системы происходит лишь в одном направлении – в сторону возрастания вероятности равновесного состояния. Статистическая интерпретация энтропии существенно дополняет характеристику энтропии как коррелята направления времени.

Энтропийная модель направления времени включает в себя также асимметрию информационного аспекта энтропии. Количественной мерой информации является понятие отрицательной энтропии, ли негэнтропии. Любая добавочная информация увеличивает негэнтропию системы, информация представляет собой отрицательный вклад в энтропию. Если замкнутая система предоставлена самой себе, то ценность добавочной информации, полученной в данный момент времени, постепенно убывает. Система переходит в более устойчивое состояние с меньшей негэнтропией. Неравновесный ансамбль содержит большую информацию, чем равновесный. Следовательно, чем меньше энтропия, тем большую информацию, мы можем иметь о системе. Установленная таким образом связь энтропии с информацией подчеркивает статистический характер энтропии.

Попытки обосновать однонаправленность и необратимость времени законом возрастания энтропии сталкива-

ются с серьезными трудностями. Закон возрастания энтропии справедлив для замкнутых изолированных макроскопических систем с огромным числом элементов. Статистический характер этого закона обусловливает то, что он выполняется лишь в среднем. Возможность флуктуаций – случайных отклонений в сторону самопроизвольного уменьшения энтропии – нашла свое выражение в ряде критических концепций (в том числе, в «парадоксе обратимости»).

Однако анализ и защиты, и критики «энтропийной стрелы времени» показывает, что закон возрастания энтропии коррелятивно связан с направлением времени и что исследование термодинамического, вероятностного и информационного аспектов «энтропийной стрелы» существенно дополняет научную теорию времени. Не впадая в крайность и не рассматривая закон возрастания энтропии в качестве причины или основания однонаправленности и необратимости времени, можно признать энтропийную модель номологическим аналогом фактического направления времени на макроскопическом уровне.

Электродинамическая (электромагнитная, электрокинетическая) модель направления времени основана на сопоставлении опережающих и запаздывающих электромагнитных поли н на асимметрии начальных и граничных условий распространения волн.

Уравнения распространения электромагнитных волн симметричны относительно знака времени. Волновые уравнения имеют два типа решений, которым соответствуют два вида электромагнитных волн – запаздывающие и опережающие. В физических задачах используется тот вид, который имеет место в действительности – запаздывающие волны. Их испускает источник, и они расходятся от него. Волны распространяются с конечной скоростью, и чем дальше мы выбираем точку для регистрации запазды-

вающих волн, тем позже они в эту точку прибывают. Если бы существовали опережающие волны, то они двигались бы «к источнику», принося информацию из будущего.

Основанием для построения электродинамической модели направления времени является асимметрия начальных и граничных условий распространения волн. Она характеризуется различием ряда параметров (в первую очередь, энергетических уровней) в точке излучения волны и в точке поглощения, (регистрации). Эта асимметрия позволяет выявить физическое различие прошлого и будущего состояний системы.

Устанавливая асимметрию начальных и граничных условий при излучении и поглощении электромагнитных волн, электродинамическая «стрела» вносит определенный вклад в проблему направления времени. Однако она оставляет нерешенной главную теоретическую задачу этой проблемы, ибо опирается только на фактическую временную асимметрию начальных и граничных условий. Таким образом, асимметрия электромагнитных явлений может рассматриваться как физический коррелят фактической необратимости времени, но задача Отыскания номологической необратимости при этом не; решается.

Номологическая симметрия времени в основных уравнениях электродинамики находится в противоречии с фактической асимметрией электродинамических процессов. Возникает вопрос: почему из двух номологически равноправных направлений изменения элетродинамических состояний природа выбирает лишь одно, и таким образом процесс приобретает асимметричный характер, которому соответствует фактическая временная асимметрия?

Дж. Уилер и Р. Фейнман высказали предположение; что. преобладание запаздывающих полей обусловлено влиянием всей Вселенной в целом: взаимодействие образованного источником поля со всеми другими зарядами вызывает

запаздывающий эффект – фактическую асимметрию электродинамических состояний[28].

Кроме того, методологическая ограниченность и неплодотворность попыток обосновать направление времени каким-либо одним явлением или процессом вызвала к жизни идею синтетического подхода к проблеме направления времени. Такой подход в известной степени реализуется в космологической «стреле времени»

В целом во Вселенной господствует необратимость. В. А.Амбарцумян пишет, что в космических системах процессы носят «необратимый характер. Циклические изменения в них если и происходят, то лишь как элементы общего необратимого изменения этих объектов»[29]. Поэтому многих философов, физиков и космологов привлекает идея экстраполяции на всю Вселенную или хотя бы на нашу Метагалактику закона возрастания энтропии и других асимметричных процессов.

Таким образом возникла идея создания такой космологической модели направления времени, в которой были бы синтезированы однонаправленные и необратимые процессы, относящиеся к различным областям современной физики: термодинамике (закон возрастания энтропии), электродинамике (асимметрия волновых процессов) и космологии (концепция расширяющейся Вселенной). Ряд физиков и космологов (Т.Гоулд, Дж. Нарликар, Дж.Хогарт, Ф.Хойл и др.) выдвигает и обосновывает идею, согласно которой эти асимметричные во времени и отношении процессы имеют общую основу. Этой общей основой служат космологические явления. Они обусловливают термоди-

---

[28] См. S.Wheeler, R. Feynman. Classical Electrodynamics In: Terms of Direct Interparticle Action. “Review oi Modern Physics”, vol. 21. 1949, p. 245.

[29] В.А.Амбарцумян. Современное естествознание и философия. «Успехи физических наук», т. 96, вып. 1, 196», стр. 18.

намическую однонаправленность и необратимость, преобладание запаздывающих потенциалов в электродинамике и асимметрию гравитационного и нейтринного полей[30].

Космологическая модель «стрелы времени» позволяет сделать выводы о том, что нестационарность Вселенной обусловливает однонаправленность времени, а процесс расширения Вселенной определяет положительное направление времени. Отсюда следует внутренняя связь и взаимообусловленность временных свойств различных по своему характеру и содержанию физических процессов. Космологическая модель направления времени еще только формируется и во многих пунктах, носит гипотетический характер. Но воплощающаяся в ней идея синтеза концептуальных моделей направления времени является весьма плодотворной[31].

Большой интерес представляют квантовомеханические интерпретации направления времени. Довольно широко распространено мнение, что микромир – это область, где безраздельно господствует не только номологическая, но и фактическая симметрия времени. Действительно, уравнения квантовой механики инвариантны относительно изменения знака времени, а фактическая асимметрия времени микромира вовсе не является очевидным эмпирическим фактом и обнаруживается с помощью тонких экспериментов.

В 40-х годах для преодоления ряда трудностей теории было сформулировано допущение, что позитрон – это

---

[30] См. F.Hoyle, J.V.Narlicar. Time-symmetrical Electrodynamics and Cosmology, “The Nature of Time”, New York, 1937.

[31] Обстоятельный анализ космологической модели произвели Г.Г.Сучкова и А. Турсунов в статье «Проблема анизотропии времени и космология» («Вопросы философии», 1971, № 12).

электрон, движущийся вспять во времени (Г. А. Зисман[32], Э. Штюкельберг, Дж. Уилер с Р. Фейнманом[33]). Другие авторы (Грэйвз, Роупер, Патнэм) распространили эту идею на макромир для обоснования возможности путешествия в «машине времени»[34].

Анализ этих концепций показывает, что идея экстраполяции номологической временной симметрии уравнений квантовой физики на макроскопический уровень методологически неплодотворна не только потому, что подобная экстраполяция игнорирует специфические закономерности различных структурных уровней материи, но и потому, что уравнения квантовой механики так же не учитывают фактической асимметрии времени, как и уравнения классической механики.

Теоретический анализ воздействия операции измерения на время микромира показывает, что измерение вносит в квантово-механический процесс временную асимметрию п позволяет выявить физическое различие прошлого и настоящего состояний микросистемы[6135]. Но в этом случае мы имеем дело со взаимодействием макро- и микросистемы, макроскопического процесса измерения с микропроцессом.

Поэтому большой интерес представляет квантово-механическая модель номологической временной асимметрии, которую предложили сотрудники Центра ис-

---

[32] Г.А.Зисман Теория позитронов. «Журнал экспериментальной и теоретической физики», т. X, вып. II, 1940, стр. 1163-1167.

[33] См. R.Feynman. The Theory of Positrons. “Physical Review” vol. 76, 1949, p. 749-755.

[34] См. J.C.Jraves, J. E. Roper. Measuring Measuring Rods „Phylosophy of Science", v. 32, 1965, № 1; H. Putnam. Is Ain't Necessarily so. „Journal oi Philosophy", v. 29, 1962, p. 22.

[35] См. Л.Д.Ландау, Е. М. Лифшиц. Краткий курс теоретической физики, кн. 2. Квантовая механика. М., 1972, стр. 83-84.

[61] J. M e h r a, E. C. S u d a r s h a n, p. 2-55.

следования теории элементарных частиц Техасского университета Дж.Мехра и Э.Сударшан. Они так определяют свою задачу: путем обобщенного анализа понятий «система» и «состояние» и исследования механизма, управляющего ими, создать систему понятий, отражающих явление необратимости[36]. Для построения «гомологической модели Мехра и Сударшан рассматривают взаимодействие системы, состоящей из частиц с генулевыми глинами, с решеткой парамагнитной релаксации. Авторы показывают, что нарушение корреляций в ходе взаимодействия и соответствующая стохастическая динамика взаимодействующих систем приводит к однонаправленной последовательности и необратимости их состояний. Эти однонаправленность и необратимость номологически выражаются матрицей распределения вероятностей последовательных состояний системы. После ряда преобразований уравнение для определения зависящих от времени состояний системы принимает вид

$$P_{1j}(t) = Kp_{1j}\,(0),$$

где коэффициент K выражен матрицей распределения

$$K = \begin{pmatrix} a(t) & 0 & 0 \\ 0 & a(t) & 0 \\ 0 & 0 & a(t) \end{pmatrix}$$

с отчетливо выраженной временной асимметрией[6237].

Своеобразную трактовку временной асимметрии в микромире предложили К.П.Станюкович, С.М.Колесников и В.Л.Московкин. Согласно их гипотезе, в космических системах гравитационное поле образуется путем излучения гравитонов элементарными частицами. В свете проблемы направления времени важно, что это излучение носит необратимый характер, ибо связано с расходом внутренней

[37] J.Mehra, E.C.Sudarshan, p. 255.

энергии элементарных частиц. По мнению авторов, при этом «для большинства частиц выполняется закон среднестатистического старения...»[38] Это делает временные отношения, связанные с гравитационными взаимодействиями, однонаправленными и необратимыми, делает возможным различение прошлого и будущего состояний.

Для обоснования помологической однонаправленности и необратимости времени в микромире исключительно важное значение имеет явление несохранения комбинированной CP-четности (зарядовой и пространственной) при распаде долгоживущего K°-мезоиа. Согласно CPT-теореме, это означает несохранение и временной четности, показывает, что и на микроскопическом уровне направление времени выделено. В теоретическом описании несохранения CPT-инвариантности помологически воспроизводится фактическая временная асимметрия микромира.

* * *

Анализ временных отношений на разных структурных уровнях материи и в различных видах взаимодействия материальных систем показывает, что в этом многообразии отчетливо выявляется определенное единство. Исследование физических коррелятов и рассмотрение концептуальных моделей направления времени позволяет сделать заключение, что в понятии направления времени отображены объективные свойства *становления* – его однонаправленность и необратимость. Такое понимание сущности направления времени является предельно общим и выступает в качестве методологической основы теоретического исследования однонаправленности и необратимости времени на всех доступных современной науке уровнях ма-

[38] К.П.Станюкович, С.М.Колесников, В.Д. Московкин. Проблемы теории пространства, времени и материи. М., 1968, стр. 159.

терии

Э. Б. ИМАНОВА

СИСТЕМНО-СТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД И ПРОБЛЕМА СТРУКТУРНЫХ УРОВНЕЙ В ХИМИИ

Стало уже широко признанным, что системно-структурный подход к исследуемым объектам представляет характерную черту современного научного мышления. В настоящее время нельзя буквально назвать такой области научного знания, где бы не использовался этот метод.

Философы и естествоиспытатели, работающие над системно-структурным анализом, сталкиваются с необходимостью все более глубокого исследования методологических принципов и основных понятий концепции структурных уровней. Возникновение последней было обусловлено диалектикой развития самих наук о живой и неживой природе, рассматривающих объекты своего исследования как сложные системные образования определенного уровня организации материи.

Изучение структурных особенностей химических частиц (атомы, молекулы, ионы, радикалы, макромолекулы и т. д.) позволяет обнаружить в них ступени, вехи усложнения, развития вещества, т.е. выявить генетическую связь структур вещества. Иными словами – вводит в химию принцип развития.

Можно указать на ряд работ, в которых уже разрабатывалась идея развития вещества. Это работы Р.В.Гарковенко, В.П.Визгипа, Р.Б.Добротина, Ю.А.Жданова, Б.М.Кедрова, В.И.Кузнецова и др. В них подчеркивается значительная роль химии в формировании и совершенствовании идеи развития материи и делается ряд интересных выводов.

Так, Ю.А.Жданов пишет: «К настоящему времени сло-

жилось представление о наличии в природе двух типов усложнения развития вещества: с одной стороны, образование обособленных, индивидуальных молекулярных структур, с другой – повторение сложных структурно-химических единиц или атомных комплексов, не способных к самостоятельному существованию»[1].

Что касается химических частиц, как указывает Р.В.Гарковенко, «то здесь, видимо, можно выделить три основные ступени усложнения: 1) атомная, 2) молекулярная, 3) надмолекулярная»[2].

Что же существенно нового внесла идея развития химической организации материи в системно-структурный подход? Каково их взаимоотношение на современном этапе научного познания? Для решения этой проблемы нам необходимо обратиться к рассмотрению как генезиса типов химических структур, так и генезиса химических частиц на самих структурных уровнях.

В эволюции химической формы движения, материальными носителями которой являются атомы, молекулы, ионы и т.д., наблюдается определенная прогрессивная тенденция – тенденция к усложнению химических структур.

«Повышение уровня структуры, организации, – отмечает Селларс, – вот руководящая нить, которая пронизывает всю природу»[3].

Эта прогрессивная тенденция находит свое выражение в существовании трех типов химических структур, различия

---

[1] Ю.А.Жданов. Очерки методологии органической химии. «Высшая школа», М., 1960, стр. 110.

[2] Р.В.Гарковенко. Проблема развития и современная химическая атомистика. Сб. «Проблема развития в современном естествознании». М., 1968, стр. 170.

[3] K.W.Se11ars. Z. Hypothese demergence. “Rev. de metaphysioue et de Morale”, 1933, t. 40, 3, p. 324.

между которыми явно указывают на усложнение каждого последующего структурного уровня.

На первом месте стоит атомный тип структуры химических частиц, к нему относятся атомы и простые ионы. Характерным свойством этого типа является наличие электронной оболочки, имеющей свою внутреннюю структуру, которая выражает способ дискретного распределения взаимодействий электронов в атоме или в простом ионе «С наличием этого специфического элемента (электронной оболочки. – *Э. И.)* в. структуре атомных частиц связаны и химические свойства вещества, появляющиеся только на атомном уровне организации»[4].

Каковы же изменения на следующем уровне химических структур – молекулярном? Рассмотрение структур химических частиц, относящихся к молекулярному уровню – молекул, свободных радикалов, комплексов и т. д., – показало, что образование их происходит по одному и тому же структурному принципу: путем образования химической связи между атомами. Эта химическая связь представляет собой электронную систему с определенной структурой.

Для пояснения сказанного обратимся к самому процессу образования молекул. Взаимодействие двух атомов в этом., случае приводит к образованию молекулы, когда происходит обобществление по крайней мере пары электронов, принадлежащих ранее этим двум атомам. Появление этой особой группы электронов, за счет которой осуществляется химическая связь, и является тем скачком, который приводит к новому качеству – к молекулярному типу структур химических частиц...

Значит и в молекулярных структурах отчетливо прояв-

---

[4] Р.В.Гарковенко. О соотношении химических и биологических структур. Сб. «Развитие концепции структурных уровней в биологии». «Наука», М., 1972, стр. 307.

ляется тот факт, что «само объединение элементов привносит в образуемое ими целое новые дополнительные элементы, как бы цементирующие данное целое»[5].

Именно эта группа электронов и является тем «цементирующим» элементом, за счет которого происходит объединение атомных частиц, приводящее к образованию нового структурного уровня – молекулярного.

Следующим уровнем химических структур является надмолекулярный. К надмолекулярному типу химических структур относятся макромолекулы и мицеллы.

Структура макромолекул отличается от обычных молекул, не только количеством, но и качеством элементов, составляющих новый тип структуры – надмолекулярный.

Таким новым элементом, отличающим структуру макромолекул от структуры обычных молекул, является сегмент. Сегментом называется определенный участок цепи всей макромолекулы, размеры которого по сравнению с длиной макромолекулы небольшие. Это придает ему некоторую независимость в смысле участия в химических процессах. В этом случае в химическую реакцию может вступать не вся макромолекула, а лишь отдельные ее сегменты. Наличие таких свойств сегмента, не встречающихся на молекулярном уровне структур, п сообщает новые качества следующему структурному уровню. С структуре же мицелл в роли особого надмолекулярного элемента, «цементирующего» химические частицы в мицеллу, выступает поверхность ядра коллоидной частицы – поверхность раздела со средой, инактивной по отношению к веществу ядра»[6].

Итак, рассмотрение химических структур всех трех

---

[5] В.И.Свидерский. О диалектике элементов и структуры. М 1963, стр. 45.

[6] Р.В.Гарковенко. Проблема развития и современная химическая атомистика, стр. 169.

уровней химической организации вещества показывает, что образование каждого нового типа структурного уровня сопровождается, как правило, не только количественными, но и качественными изменениями.

Об этом свидетельствует появление новых элементов, генетически возникающих вместе с новым структурным уровнем. В атомной структуре таким элементом является электронная оболочка, в молекулярной – группа «обобществленных» электронов, в надмолекулярной – сегменты и поверхность ядра мицелл – защитная оболочка с присущей ей организацией.

Исходя из вышеизложенного становится очевидным, что структурный принцип, сыгравший исключительную роль в открытии химических частиц, теперь уже органически сочетается с принципом развития.

Такое сочетание структурного и генетического подходов способствует дальнейшему развитию учения о веществе, обогащает понимание диалектического возникновения нового качества.

Но качественные изменения наблюдаются не только при переходах от одного структурного уровня к другому, но и в рамках одного и того же структурного уровня химических частиц.

Только качественные изменения, происходящие в пределах одного и того же уровня, являются качественными различиями одного и того же структурного типа.

Например, если рассмотреть химические частицы атомного типа структур – атомы и ионы, то можно заметить, что хотя им присущ один и тот же тип структуры – положительно заряженное ядро, окруженное облаком движущихся вокруг пего электронов, все-таки это две различные но своим химическим свойствам частицы. Ионы в отличие от электронейтральных атомов, являются заряженными химическими частицами. Значение заряда для

химических свойств велико, потому что с его изменением меняются и основные характеристики частицы (радиус, структура внешней электронной оболочки). Качественное многообразие атомных частиц и их глубокая внутренняя взаимосвязь и единство (в качестве примера можно привести всю периодическую систему химических элементов Д.И.Менделеева) показывают, какие возможности изменения структурной организации вещества имеются в рамках сохранения типа атомной структуры. Это превращение одних видов атома в другие виды и разновидности, это превращение атомов в ионы и обратно, это переход из стационарного состояния в возбужденное и обратно.

Во всех этих превращениях изменяются лишь только элементы атомной структуры, тогда как сам тип этой структуры сохраняется.

Само же существование атомных частиц, как очевидно, определяется внутренним уравновешиванием влияний, порождаемых, с одной стороны, атомной структурой, с другой – элементами этой структуры – ядром и электронной оболочкой.

Но внутренние возможности развития атомной структуры на основе изменений ее элементов не исчерпываются многообразием видов и разновидностей атомных частиц и их соотношений.

Эти возможности таковы, что позволяют выйти и за рамки атомного типа структуры. Свидетельством тому являются химические частицы молекулярного типа структур.

Основными элементами молекулярных структур являются атомные частицы и группа электронов, осуществляющая их объединение в молекулу.

Молекулы по сравнению с атомными частицами являются качественно новым, более высоко развитым типом целого не только потому, что атомы для них являются исходными, элементарными частицами. Атомы в молекуле

изменяются сами, на базе чего и развивается их электронная оболочка (обособление группы электронов связи).

Своеобразным направлением развития молекулярных структур являются молекулярные ионы, свободные радикалы, комплексные соединения. Структура этих молекулярных частиц по сравнению с молекулами более сложная. В образовании их уже участвуют новые силы взаимодействия. Так, в структуре комплексных соединений уже появляются внутренние и внешние сферы. Устойчивость внутренней сферы обеспечивается не валентными, а уже координационными связями[7].

Усложнение атомной составляющей в структуре молекул, а главное увеличение числа групп атомов ведет в конечном счете к ломке молекулярной структуры, к возникновению качественно нового структурного типа организации вещества – надмолекулярного.

К этому уровню структуры относятся макромолекулы и мицеллы.

Структура мицеллы во многом напоминает строение атомов и комплексов, но в отличие от них ядро ее, представляющее собой мельчайших размеров капельку, окружено двухслойной электрической оболочкой, предохраняющей ее от слипания. Эта защитная оболочка с присущей ей структурой и является характерной особенностью строения мицелл, что делает их отличными от частиц с атомной и молекулярной, структурами и позволяет отнести к частицам с надмолекулярной структурой.

Если же рассмотреть макромолекулу, то на первый взгляд покажется, что различие между молекулами и макромолекулами количественное. В макромолекулах, как и в молекулах, существуют одни и те же виды химической связи, а значит и нет существенных изменений электрон-

[7] Б. В. Некрасов. Основы общей химии. «Химия», М., 1973, стр. 407.

ного компонента структуры. Так же как и молекулы, макромолекулы способны образовать ионы, свободные радикалы, вступать в химические реакции, определяемые природой взаимодействующих групп атомов.

В действительности же различия между молекулами и макромолекулами – качественные.

Прежде всего это выражается в том, что наименьшей «частицей», участвующей в реакции или физико-химическом процессе, является не молекула, как это наблюдается а молекулярном структурном уровне, а целый участок цепи, состоящий из молекул–сегмент. Благодаря значительной гибкости длинных цепных макромолекул возникает возможность перемещения отдельных частей гибкой молекулы без изменения положений более отдаленных участков цепи. Такое наложение двух процессов – движение и действие всей макромолекулы как целого и движение и действие отдельных ее частей – сегментов делает природу макромолекул двойственной. Такая двойственность и играет решающую роль в образовании качественной определенности макромолекул.

Кроме того, у макромолекул нет характерной для молекул жесткой взаимообусловленности целого и частей (меняется один атом – меняется и вся молекула). Здесь эти отношения целого и части гибкие, динамичные. Макромолекулы в довольно значительном интервале изменений количества составных частей не претерпевают существенных изменений своих свойств нарушения целостности. В этом отклонении от обязательной для молекул жесткой взаимообусловленности состава, строения, свойств и заключается одно из специфических, отличий макромолекулы от молекулы.

Усложнение на надмолекулярном уровне химических: структур проявляется также и в зависимости свойств полимеров от геометрической формы макромолекул, являю-

щейся характерной чертой этого уровня, в то время как на молекулярном уровне структур такая зависимость обязательна только для отдельных атомов, входящих в состав молекулы. Макромолекула в зависимости от геометрии элементарных звеньев и порядка их чередования может по своей форме приближаться к жесткой палочке, свертываться в спираль или в клубок[8]. Известно, что глобулярные структуры имеют особое значение в биологии, так как многие белки и вирусы встречают с часто в глобулярной форме.

Но, «по мере того, – пишет Декельман, как молекула все более увеличивается и усложняется, ее целостность становится все более мерогенной, и она все больше проявляет сумму закономерностей входящих в нее атомов, радикалов, как, например, макромолекулы белков или полисахаридов, витаминов и гормонов»[9].

Иными славами, если энергия межмолекулярных сил в-. 10–50 раз меньше энергии межмолекулярных сил в обычных полимерах, то уже в белковых макромолекулах значение их начинает возрастать.

По этому поводу Ю.А.Жданов отмечает, что «возникновение макромолекул создало условия для резкого роста значения малых сил в создании упорядоченных структур. Переход от химической формы движения материи к биологической знаменуется как бы возвратом на высшей основе к физическим формам»[10].

Итак, надмолекулярный тип структуры открывает большой простор для развития частиц на основе изменения

---

[8] А. А. Стрепихеев, В. А. Деревицкая, Г. *Л.* Слонимский. Основы химии высокомолекулярных соединений. «Химия», М., 1967, стр. 51.

[9] W. Deckelmann, Die ontologische Bedeutung der chemischen grendbegriff. Miinchen, 1957, s. 57.

[10] Ю. А. Жданов. О единстве химического строения и динамики Изд-во Ростов, ун-та, 1961, стр. 15.

химической природы звеньев и разнообразия их сочетаний в цепи макромолекулы. Развитие полимерных частиц еще в рамках, присущего им типа структурной организации приводит к образованию белковых макромолекул – важнейшей предпосылки для образования структур живой материи.

Как мы видим, сочетание структурного и генетического подходов позволило выявить не только генезис структурных уровней химической организации материи, но и генезис на самих структурных уровнях. Оно позволило выявить также и значение развития химических структур в биохимической эволюции.

Такое сочетание двух принципов дает много существенного и для понимания макротел, как макросистем. Оказалось, что есть различные типы органических макротел, тоже представляющих собою генетически связанные уровни: 1) простые макросистемы, образованные из атомных частиц; 2) молеку лярные макросистемы, содержащие в своем составе молекулярные частицы; 3) макромолекулярпые макросистемы, содержащие в своем составе надмолекулярные частицы.

Примером простой макросистемы являются инертные газы, металлы. Известно, что металлы – это макротела, построенные из атомов, т. е. структура их состоит из атомов. Инертные газы ввиду их инертности, находятся в атомарном состоянии, потому и образуют простые макротела, состоящие из одних атомов. Правда, сравнительно недавно была обнаружена способность их соединяться при определенных условиях с фтором – как наиболее активным металлоидом. И тем не менее, инертные газы, атомарные по своей природе, представляют собой макротела, построенные из атомов.

В качестве примера молекулярных макросистем можно привести молекулярные твердые тела, молекулярные газы,

жидкости, истинные растворы. Это тоже микротела, система которых построена уже не из атомных частиц, а из молекул.

К третьему виду – макромолекулярным макросистемам – можно отнести коллоидные растворы и растворы высокомолекулярных соединений.

Объяснение образованию этого типа макротел можно дать, исходя из специфики надмолекулярного типа структуры в отношении характера взаимоотношений, действующих между ее элементами.

Дело в том, что полимеризация органического вещества приводит ко все менее и менее лабильным структурам, к возрастанию роли межмолекулярного взаимодействия между ними. Эти межмолекулярные силы приобретают большое значение как в отношениях между макромолекулами при образовании из них структур типа фибрилл, пачек, сферолитов, полимерных кристаллов и т. д., так и во внутренних взаимоотношениях частей макромолекулы – сегментов, звеньев. И хотя энергия молекулярной связи по сравнению с химическими силами очень мала, тем не менее в данной макромолекуле суммирование межмолекулярных взаимодействий множества ее групп приводит к тому, что отношение становится обратным. Поэтому легче разорвать макромолекулу (разрушить химическую связь в цепи), чем развернуть эту цепь, свернутую в клубок, в спираль.

Укрупнение и рост самих макромолекул приводит к тому, что на определенном этапе подобные образования (резина, некоторые виды пластмасс и др.) полностью утрачивают свойства микрочастиц – не только молекул, но и макромолекул – и становятся макротелами.

Все это дает основание рассматривать генезис макросистем и генезис структурных уровней химических макрочастиц как два параллельных направления дальнейшего (от молекул) усложнения структурной организации вещества,

играющие исключительную роль в возникновении живого. Хотя молекула, будучи способна к самостоятельному существованию, таит в себе более широкие возможности развития[6311].

Итак, многообразие вариаций одного и того же типа структур говорит не только об устойчивости структуры, но и о ее лабильности, допускающей известные перегруппировки, изменения внутренних связей и пространственного расположения элементов.

Только благодаря наличию относительной устойчивости тех или иных структур химических частиц появляется возможность их усложнения. Наиболее существенную роль в усложнении и развитии структур играет возникновение и сохранение основы для дальнейшего развития. Развитие структурных уровней показывает, как образуются подобные основы. По мере усложнения химических структур устойчивость этих основ, уменьшается.

Но несмотря на относительную самостоятельность всех структурных уровней, как микрочастиц, так и макротел, все? они служат выражением различных качеств одной и той же сущности – химической организации вещества.

При всех глубоких различиях таких частиц, как атомные, комплексные, коллоидные и т. д., для их внутренней структуры характерен один и тот же структурный принцип: центральное ядро, окруженное электронной оболочкой.

Проведенный анализ генезиса структурных уровней (атомный, молекулярный, надмолекулярный), генезиса частиц – на самых структурных уровнях, а также генезиса макротел как; макросистем еще раз убедительно свидетельствует о том, что« каждый, более высокий уровень химической организации материи возникает в результате развития низшего, но не устраняет его, а сохраняет в себе в

[11] Ю. А. Жданов. Очерки методологии органической химии, стр. 115.

качестве своего фундамента или основы. Как отмечает М. В.Волькеиштейн, «каждый из уровней включает в себя предыдущие, он интегрален по отношению к ним и характеризуется специфическими закономерностями»[12].

Изложенные соображения еще раз показывают плодотворность сочетания идей развития со структурным принципом в; дальнейшей разработке учения о веществе.

Исследования вещества с позиций структурного принципа., приводя к открытию качественного многообразия дискретных, форм вещества и макросистем, обогатили наши знания о генезисе вещества, обогатили картину химической эволюции, предшествующей возникновению живого.

Все это обогащает и углубляет сам диалектический принцип развития, позволяет детальнее понять пути возникновения нового качества при переходе от одного уровня к другому. Вместе с тем обогащается и сам структурный подход, став органически сочетаться с принципом развития. В общей: сложности это стало еще одним существенным выражением, диалектизации системно-структурного подхода, преодоления его механических и метафизических форм.

[12] М.В.Волькеиштейн. Молекулы и жизнь. «Наука», М., 1965, стр. 18.

НЕКОТОРЫЕ ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ МАТЕМАТИКИ

М. С. АКПЕРОВ

К ВОПРОСУ О ПРЕДМЕТЕ И ОБЪЕКТЕ СОВРЕМЕННОЙ МАТЕМАТИКИ

Определение предмета современной математики является одной из важнейших и сложных ее философских проблем. У. Сойер, автор живой и остроумной книги «Прелюдия к математике», приводит слова одного ученого, заметившего, что математика – это, по-видимому, все то, чем занимаются математики. Иными словами об этом же говорил С. Кернер: «Математика, мы можем заключить, есть то, что делают все математики»[1]. Как видно, дать определение предмета математики как науки не так легко, как кажется. Немецкий философ и математик В.Дубислов в 30-е годы XX века попытался составить свод основных определений этой науки. Он насчитывал их около 10, хотя на самом деле их гораздо больше.

В статье В.А.Васильева, написанной для отечественного энциклопедического словаря «Математика», мы находим около двух десятков различных ответов на вопрос «что такое математика?»

В нашей советской философской и специальной математической литературе почти общепризнанным является классическое определение предмета математики, данное Ф. Энгельсом: «Чистая математика имеет своим объектом пространственные формы и количественные отношения действительного мира, стало быть весьма реальный мате-

[1] S. Korner. The philosophy of mathematics. London, I960.

риал»[2]. В последние годы в связи с новыми достижениями математики и расширением границ ее применимости встал вопрос о пересмотре и уточнении предмета современной математики. Изучение этого вопроса на современном научном уровне ведется весьма интенсивно и ему посвящена обширная литература. Анализ литературы показывает, что в настоящее время наиболее распространены следующие точки зрения на предмет современной математики.

1) при определенном расширении понятий пространственных форм и количественных отношений приведенное энгельсовское определение предмета математики остается верным и для современной математики[3];

2) «современная математика есть математика возможных, вообще говоря, переменных количественных отношений и взаимосвязей между величинами»[4];

3) «принимая во внимание современный этап развития математики, необходимо расширить определение Энгельса и сформулировать его примерно так, что предметом математики являются пространственные формы и количественные отношения, которые подобны первым или вторым»[5];

4) для современной математики «важна лишь сама структура количественных отношений исследуемых объектов»[6];

---

[2] К.Маркс и Ф.Энгельс. Соч., т. 20, стр. 37.

[3] См., например, А.Н.Колмогоров. Математика, БСЭ, т. 26 (2-е .изд.); Б. В. Гисденко. Роль математики в развитии современного естествознания. Сб. «Диалектика в науках о неживой природе», М., 1964, стр. 57

[4] А.Д.Александров. Общий взгляд на математику Сб. «Математика, ее содержание, методы и значение», т. I. М., 1956, стр. 59.

[5] Э.Кольман. Философские проблемы современной математики. Сб. «Философия и естествознание». М., 1965, стр. 209–210. См. также вышеуказанную статью А. Д. Александрова, стр. 60.

[6] Г.И.Рузавин. О природе математического знания. М., 1968, стр. 37.

5) если раньше «геометрия, как и математика в целом, могла трактоваться как наука о количественных отношениях», то в наше время «геометрия и вся математика перестают быть наукой о количественных отношениях», так как «в математику отчетливо проникает категория меры... в смысле единства количества и качества»[7];

6) современная математика все больше становится «неметрической, неколичественной», «количество можно ввести в современной математике только в очень небольшой, строго ограниченной области...»[8];

7) понятия «порядка» и «структуры» являются средоточием современной математики[9];

8) современная математика является наукой о моделях и структурах[10];

9) современная математика представляет собой скопление абстрактных форм–математических структур[11];

10) математика изучает количественные отношения и пространственные формы как существующих областей объектов, так и тех, которые можно «сконструировать»[12];

11) «математика – наука о формах и отношениях, взятых в отвлечении от их содержания»[13] и др.

Дело не только в том, что по этому вопросу нет единого мнения, но и в том, что с этим тесно связан ряд других

---

[7] Г.И.Наан. Понятие бесконечности в математике, физике и астрономии. М., .1965, стр. 7.

[8] И.А.Акчурин. Место математики в системе наук. «Вопросы философии», 1967, № 1, стр. 7.

[9] E.T.Bell. The development of mathematics. № 4. Lond., 1945, p. 186.

[10] См. Б.М.Кедров. Предмет и взаимосвязь естественных наук. М., 3967, стр. 82.

[11] См. Н. Бурбаки. Очерки по истории математики. М., 1963, стр. 258.

[12] См. В.Н.Молодший. Очерки по философским вопросам математики. М., 1969, стр. 74.

[13] А. Д. Александров. Математика. «Философская энциклопедия», т. 3, М. 1964, стр. 329.

важных философских вопросов дискуссионного характера, требующих своего решения.

В настоящей статье предпринимается попытка изложить один из возможных подходов к данному вопросу.

* * *

Анализ разных попыток нового определения предмета современной математики, сравнение и сопоставление разных формулировок позволяет сгруппировать их, либо большинство из них идентичны. Это видно хотя бы из приведенного (и далеко не полного) перечня формулировок определений предмета современной математики. Их можно разделить на две части: первую из них составляют те, которые опираются на известную формулировку Ф.Энгельса, вторую те, которые опираются на определение Н.Бурбаки. Разберем обе точки зрения.

Заметим, что при изучении определения предмета математики наблюдается поучительная закономерность: в процессе развития математических знаний меняется, расширяется предмет математики и сам угол зрения на него. Дело в том, что в определении предмета математики находит свое выражение самосознание творчески работающих математиков. При этом несущественно, кто именно – философ или математик – выражает эту рефлексию, самосознание. Однако несомненно, что содержание и форма этого самосознания зависят как от достигнутого уровня развития математического знания, так и от характера философской позиции.

Почти до первой четверти XIX века математика ограничивалась в целом исследованием различных типов зависимостей между постоянными («элементарная математика») и переменными величинами («высшая математика»). Поэтому не случайно многие крупнейшие математики и философы не только XVII и XVIII веков, но и XIX века

определяли математику как науку о числах и величинах[14]. Это определение соответствует конкретному этапу исторического развития математики. Однако уже в XIX веке в математике возник и развился целый ряд новых разделов, в которых вопросы измерения и установления связей между величинами потеряли свое значение. Поэтому начиная еще с XVIII века ученые делают попытки иного определения предмета математики. Однако большинство этих определений характеризует предмет математики только на определенном этапе ее развития или же учитывает одну характерную черту математического знания, игнорируя другие стороны.

Во второй половине XIX века назрела необходимость с правильной научно-философской позиции дать более общее определение предмета математики, которое отражало бы не только прошлое и фактическое содержание новых достижений, но и учитывало бы перспективы ее развития. Достоинство определения предмета математики, данного Ф. Энгельсом, состоит в том, что оно в целом оправдывает себя. Оно точно и полно охватывает историческое развитие математики. Однако следует учесть, что Ф. Энгельс дал свое определение предмета математики в работе «Анти-Дюринг», с момента опубликования которой прошло около ста лет. За это столетие математика пережила бурное развитие, коренную ломку основных понятий и методов. Вполне понятно, что некоторые особенности нового этапа в развитии математики не могли быть детально учтены Ф. Энгельсом.

Начало периода современной математики обычно дати-

---

[14] Как известно, правильность этого взгляда на математику не отрицал и Ф. Энгельс, о чем свидетельствует его высказывание на страницах «Диалектики природы»: «Математика — есть наука о величинах, она исходит из понятия величины...» (К.Маркс и Ф.Энгельс. Соч., т. 20, стр. 572).

руют серединой XIX столетия. К этому времени математик? уже вышла за пределы так называемой классической концепции, рассматривающей в качестве ее предмета величины, числа и фигуры. Начало этого четвертого этапа (по периодизации Колмогорова) характеризовалось глубокими изменениями во всех ее основных разделах. Но вместе с тем достижения включают предшествующие знания, уточняя, дополняя и обобщая их. Следовательно, при определении предмета современной математики непременно нужно учитывать, что современный этап развития математики представляет закономерный этап развития тех идей и тенденций, которые возникли еще в математике прошлой эпохи, что в математике существует преемственность, что новый этап не отменяет достижений прошлых периодов. В то же время накопление новых открытий, понятий и идей современной математики означает существенные, качественные изменения ее содержания и приводит к соответствующим изменениям самого предмета и структуры этой науки. Об этом свидетельствуют некоторые характерные особенности современной математики, отличающие ее от предыдущих этапов развития. В частности:

а) глубокое взаимное проникновение основных разделов математики – геометрии, алгебры, анализа;

б) создание новых обобщающих понятий – переход на новую, более высокую ступень абстракции;

в) существенное расширение предмета математики и области ее приложений;

г) появление новых теорий и более сильных математических методов;

д) известное господство теоретико-множественной точки зрения; усовершенствование и расширение аксиоматического метода и соединение его с теоретико-множественной концепцией;

е) глубокий анализ основ современной математики,

анализ связи ее понятий, структуры теорий, самих способов математических доказательств, т.е. развитие математических исследований, построение математики на новых общих логических основах, разработанных теорией множеств и математической логикой.

Указанные особенности обеспечивают сохранение единства математики, несмотря на рост и разнообразие ее ответвлений; они обнаруживают далее единство и общность структуры в областях, далеких друг от друга; они же обеспечивают достаточную общность методов и широту приложений. Наконец, указанные особенности постепенно делали более привычной для ученых мысль о том, что громадное расширение предмета и увеличение области приложений, характерное для современной математики, выводит ее за рамки первоначального понимания количественных отношений и пространственных форм.

Из этой характеристики современной математики вытекает, что определение предмета математики, с одной стороны, должно опираться на то определение, которое адекватно отражает действительное состояние математики в прошлом; с другой стороны, должно охватить те качественные изменения, которые произошли на последнем этапе ее развития с учетом характерных особенностей современной математики. Если учесть все это, на наш взгляд, наиболее приемлемым можно считать следующий подход к предмету современной математики: необходимо понимать количественные отношения в более широком смысле, предполагая расширить само понятие количества в математике. Следует согласиться с С.А.Яновской, предложившей расширить понятие количества и понимать под ним не только числа и величины, но и отношения, отвлеченные от содержания и рассматриваемые с точностью до изомор-

физма[15]. Нам представляется, что при таком широком понимании количества и учитывая, что при этом любые пространственные формы и отношения теперь можно рассматривать как частный вид количественных отношений (А.Н.Колмогоров), *вкратце математику можно определить как науку о количественных отношениях реального мира.* Тогда, по нашему мнению, нет необходимости заменять слова «пространственные формы» на «пространство-подобные формы» (или «количественные отношения» заменять на «количественно-подобные» отношения) в определении Энгельса, как это предлагает ряд авторов. При указанном расширенном понимании количественных отношений, изучаемых современной математикой, содержание таких абстрактных математических дисциплин, как теория групп, топология, проективная геометрия, функциональный анализ, теория алгорифмов и т. п. не противоречит основному смыслу определения Энгельса.

Происшедшие огромные изменения предмета математики в связи с новейшими достижениями и увеличение приложения ее следует интерпретировать как расширение круга исследуемых ею количественных отношений, т. е. таких отношений, которые относительно безразличны к конкретному содержанию, к качеству предметов и явлений. Заметим, что ту же по сути мысль обосновывает и академик А. Д. Александров по отношению к предмету современной математики; он здесь уже не употребляет терминов «пространственно-подобные» Формы или отношения, «сходные» количественному, которыми пользовался в более ранней работе[16].

---

[15] См. С.А.Яновская. Количество (в математике). «Философская энциклопедия», т. 2, стр. 560-562.

[16] А.Д.Александров. Математика. «Философская энциклопедия», т. 3, стр. 329.

* * *

Теперь разберем точку зрения тех авторов, которые придерживаются определения предмета математики как «науки «об абстрактных математических структурах». Понятие абстрактной структуры в таком понимании в научный обиход вошло благодаря Н.Бурбаки. В статье «Архитектура математики» он пишет, что «единственными математическими объектами становятся, собственно говоря, математические структуры»... Далее: «...математика представляется скоплением абстрактных форм – математических структур...»[17].

На наш взгляд, эта точка зрения не должна вызывать возражения, ибо любая ветвь современной математики действительно изучает те или иные математические структуры. Согласно Н. Бурбаки, основу математики составляют три «материнские», «порождающие» структуры – алгебраические, топологические и порядковые. Эти основные типы абстрактных математических структур действительно играют фундаментальную роль при построении всего здания математической науки. Кроме этих трех «порождающих» типов структур, в математике часто приходится иметь дело со сложными, или многократными, структурами. К таким структурам относятся одновременно несколько порождающих структур, но они не просто совмещаются друг с другом, а органически связываются с помощью одной или нескольких объединяющих их аксиом (наиболее простой пример сложной структуры представляет множество действительных чисел, в которые одновременно входят три основных типа структур).

В учении Бурбаки о математических структурах главная, роль принадлежит операции, а природа элементов много-

---

[17] Н. Бурбаки. Очерки по истории математики. ИЛ, М., 1963 :тр. 251 (примечание), стр. 258.

образия, структуры которого мы определяем, не имеет значения. Иначе говоря, математическая структура учитывает лишь *отношения,* а элементы в ней выступают абстрактными понятиями, или «точками», природа их безразлична, ибо «общей чертой различных понятий, объединенных этим родовым названием (имеется в виду «структура». – *М. А.),* является то, что они применимы к множеству элементов, природа которых не определена. Чтобы определить структуру, задают одно или несколько отношений, в которых находятся его элементы..., затем постулируют, что данное отношение или данные отношения удовлетворяют некоторым условиям (которые перечисляют и которые являются аксиомами рассматриваемой структуры). Построить аксиоматическую теорию данной структуры – это значит вывести логические следствия из аксиом структуры, отказавшись от каких-либо других предположений относительно рассматриваемых элементов (в частности от всяких гипотез относительно их «природы»)»[18].

Исходя из этого, Н. Бурбаки подытоживает свой взгляд, на сущность математики следующим образом: математика – в своем сущностном единстве – есть, собственно, теория структур и может быть охарактеризована как «...учение об отношениях между объектами, о которых ничего неизвестно, кроме описывающих их некоторых свойств, именно тех, которые в качестве аксиом положены в основание теории»[19].

Конечно, «математика структур» имеет свою предысторию и теоретические, предпосылки. Зачатки структурной концепции в неявной, зародышевой форме наблюдаются еще в античной и в классической математике. Однако понятие «структура» в математике в современном его пони-

[18] Н. Бурбаки. Очерки по истории математики, стр. 251.
[19] Н.Бурбаки. Очерки по истории математики, стр. 327.

мании является результатом возникшего в начале XIX века и продолжающегося до сих пор нового течения в математическом мышлении. Синтез аксиоматического метода и методов теории множеств в конечном счете определил теоретико-множественную концепцию строения современной математики. Такое объединение находит свое воплощение как раз в абстрактных математических структурах, утвердившихся в конце XIX– начале XX столетия.

Некоторые авторы считают, что определение математики как науки о математических структурах является дальнейшим развитием, уточнением, углублением энгельсовского определения предмета математики. Однако мы не разделяем этой точки зрения, хотя и не умаляем значения структурного представления математики и значительные заслуги бурбакистов в разработке и пропаганде этой идеи.

Нам кажется, что здесь следует различить предмет математики и ее объект, вопрос об их соотношении решать на диалектико-материалистической основе. Тогда между этими двумя определениями математики не возникает противоречия.

Абстрактные математические структуры скорее всего являются объектом изучения математики. При выяснении предмета математики мы сталкиваемся с вопросом: что соответствует в реальном мире математическому знанию? Чтобы ответить на этот вопрос, надо знать, какую сторону действительности отображает математика. Этой стороной являются количественные закономерности действительности, т. е. «весьма реальный материал» (Ф. Энгельс). А при характеристике объекта математики необходимо уяснить, с каким специфическим объектом, имеющим относительно самостоятельный характер (хотя и являющимся отображением действительности) и изучаемым в «чистом», абстрактном, идеализированном виде, мы встречаемся. У Энгельса «объект чистой математики» употребляется как

синоним ее предмета, однако и он явно намекнул на их различение: «..чтобы быть в состоянии исследовать эти формы и отношения (имеются в виду пространственные формы и количественные отношения – *М. А.*) в чистом виде, необходимо совершенно отделить от их содержания, оставить это последнее в стороне как нечто безразличное...»[20]. Эти формы и отношении в «чистом», абстрактном математические структуры, которые являются объектами изучения математики: «...как и во всех других областях мышления, законы, абстрагированные из реального мира, на известной ступени развития отрываются от реального мира, противопоставляются ему как нечто самостоятельное...»[21]. Такими относительно самостоятельными абстрактными объектами, образующими соответствующие структуры, в частном случае, являются, например, числа, величины, векторы, гиперкомплексные системы, множества, группы и т. д. Связи и отношения между ними, определяющие виды действий и операций над ними, выражаются такими понятиями, как сложение, умножение, деление, объединение, пересечение, преобразование, закон композиции, отображение и т. д.

В своих взглядах на сущность математики бурбакисты осмысляли лишь ее непосредственный абстрактный объект,, но не предмет. Определение предмета математики прямо связано с вопросом о взаимоотношении «мира математики» и мира действительности. Но решить эту проблему бурбакисты оказались не в состоянии, кроме того философские позиции их противоречивы. Признавая объективность объекта математического исследования, они тем не менее отказывают этому объекту в реальной связи с материальным миром. Связь между математическими

[20] К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 38.
[21] Там же, стр. 37.

структурами и физической реальностью представляется Бурбаки случайным, преходящим и непознаваемым обстоятельством. Вполне понятно, что за пределами теории отражения (а ее Бурбаки не признает справедливой для математики) сохранить или отстаивать позицию оказывается невозможным.

Диалектико-материалистический взгляд на математику приводит нас к выводу, что, различая объект математики (т. е. абстрактные математические структуры) от ее предмета (т. е. количественные отношения реального мира), нельзя, их противопоставлять. Дело в том, *что в абстрактных математических структурах отображаются именно количественные отношения и пространственные формы реального мира.* При таком понимании математических структур определение математики, данное Бурбаки, вполне совместимо с определением Ф. Энгельса, а следовательно, объект математики не противопоставляется ее предмету.

Тот факт, что математические объекты не похожи на объекты реального мира, не означает, что между математическими структурами и элементами объективной действительности нет глубинной связи. Структура теории, как известной вообще не повторяет структуры отражаемого во всех его деталях. Изучая абстрактные математические структуры и придавая им характер самостоятельных объектов, математика не просто копирует действительность. Это особенно верно в отношении логически возможных форм и отношений, определяемых «внутри» самой математики; эти отношения создаются, а непосредственно не копируются, так же как далеко идущие логические выводы из исходных понятий могут вести и ведут к результатам, не имеющим прямого прообраза в действительности. Эта особенность вполне соответствует диалектическому отображению действительности человеком, которую В. И. Ленин сформулировал следующим образом: «Познание есть

отражение человеком природы. Но это не простое, не непосредственное, не дельное отражение, а процесс ряда абстракций, формирования, образования понятий, законов...»[22].

* * *

Различение (и вместе с тем не противопоставление) объекта современной математики от ее предмета позволяет более или менее успешно решать некоторые вопросы, вызывающие дискуссии. Примером может служить проблема качества и количества в математике. Часто приходится встречаться с утверждением такого рода: современная математика достигла сейчас уровня, позволяющего исследовать не только количественные отношения действительности, но и качественные особенности предметов и явлений. При этом ссылаются на такие «неколичественные» разделы современной математики, как топология, теория игр, вероятностей, информации, графов. Такое утверждение, на наш взгляд, основано на недоразумении. Рассмотрение математики как науки об абстрактных структурах позволяет устранить указанное недоразумение.

Как наука об абстрактных структурах (объект), которые соответствуют количественным отношениям и пространственным формам действительного мира (предмет), математика в силу самого ее предмета исследования должна отвлекаться от качественных особенностей вещей, явлений и процессов. Однако каждая математическая структура имеет свои специфические качественные определенности. Мы вполне согласны с Г. И. Рузавиным в том, что «важно отличать качества как объективную характеристику реальных предметов и явлений и качественные различия в

[22] В.И.Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 163-164.

рамках самого количества»[23]. Математика (в смысле ее отношения к объективной реальности) имеет дело лишь с количеством и пространственной формой. В частности, в теориях игр, информации, вероятностей исследуются именно количественные закономерности, проявляющиеся в конфликтных ситуациях (функция выгоды, критерий оптимизации решений), количества информации в информационных процессах и количественные закономерности, имеющиеся в массовых случайных событиях. Однако «внутри» самой математической теории соответствующие структуры, являющиеся своеобразным воплощением отношений количества, являются вполне содержательными и имеют свое специфическое качество. Именно о таком качестве идет речь, в связи с этим заслуживает внимания высказывание Ф. Энгельса: «число есть чистейшее количественное определение..., но оно полно качественных различий»[24]. Это относится также и к другим объектам математики. Следовательно, концепция «неколичественной» математики вызвана непониманием диалектики количества и качества в математике. В математике «о единстве количества и качества приходится говорить, – как правильно пишет С.А.Яновская, – в применении к самим количественным соотношениям. Различные количественные соотношения... сами отличаются уже друг от друга качественно... Уже в этом, таким образом, проявляется диалектическое единство количества и качества. Поэтому не приходится удивляться тому, что в математике существуют даже такие названия дисциплины, как «качественная теория дифференциальных уравнений», или что в топологии числа играют лишь вспомогательную роль, ве-

[23] Г.И.Рузавин. Проблема бесконечности в математике. Сб. «Бесконечность и Вселенная». М., 1969, стр. 80.
[24] К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 573-574.

личин же вообще нет»[25].

Приведем еще один пример. Одним из дискуссионных вопросов является вопрос о соответствии так называемых «чистой» и «прикладной» математики. По этому вопросу в нашей и зарубежной литературе существуют разные, иной раз противоположные мнения. Одни авторы считают, что прикладную математику нельзя полностью включить в чистую, между ними существуют отношения автономии. Многие отрицают прикладную математику как самостоятельную область науки; говорят, что есть единая наука – математика, которая при применении становится прикладной. Другая точка зрения такова: прикладная математика – это некая недоработанная утилитарная часть науки, ее надо поднять на уровень теоретической математики, лишь тогда она будет полноценной.

Благодаря структурному представлению математики возможна иная трактовка этого вопроса.

Тщательное рассмотрение исторического хода развития математики и ее приложений показывает, что употребление терминов «чистая (или «теоретическая») и «прикладная» математика историческая оправдывает себя. Однако это вовсе не означает, что существуют две самостоятельные науки, обладающие своими особыми предметами и методами. Конечно, этот вопрос требует специального исследования, дальнейшего изучения и обсуждения.

Анализ разных точек зрения и характера развития и приложения математики позволяет сделать вывод, что существует одна единая наука – математика, имеющая единым предметом количественные закономерности реального мира. Существующие направления, обусловленные интересами самих математиков и нуждами производства, –

---

[25] С.А.Яновская. Количество (в математике). «Философская энциклопедия», т. 2, стр. 562.

«чистая» и «прикладная» области являются ветвями одного дерева. Эти направления могут отличаться своими непосредственными объектами исследования, т. е. если чистая математика есть «иерархия математических структур», то объектом прикладной математики можно считать оптимальное решение математических задач, возникающих вне математики (именно так определяет «прикладную математику» А.Д.Мышкис).

Л. Б. БАЖЕНОВ, Н. Н. НУЦУБИДЗЕ

К ВОПРОСУ О РОЛИ МАТЕМАТИКИ В РАЗВИТИИ НАУКИ

Общие вопросы
Математизация и идеализм

Вопрос о роли математики в развитии науки относится к. числу чрезвычайно важных в методическом отношении, по этим вопросам идет острая борьба материализма с идеализмом. Как известно, вскрывая гносеологические причины «физического идеализма», В. И. Ленин одной из них считал «математизацию» физики, отмечая, что возрастание роли математики приводит к забвению материи математиками. За уравнениями исчезает реальность, своеобразно отражаемая этими уравнениями. «Материя исчезает», остаются одни уравнения», – резюмирует В.И.Ленин эту концепцию[1].

Как известно, концепция гносеологических корней идеализма предполагала выявление тех реальных черт нашего познания, из абсолютизации и одностороннего раздувания которых вырастает данное идеалистическое направление. Реальные черты познания должны, разумеется, при этом не отрицаться, а получить адекватное истолкование, которого идеализм как раз и не мог дать. Выявление В.И.Лениным математизации физики как гносеологического источника «физического идеализма», конечно, не означало каких-либо сомнений в правомерности самого процесса математизации. Между тем, критика В.И.Лениным абсолютизации математики нередко неправильно понималась как вообще нежелательность внедрения математических методов в конкретные науки (такие, как, скажем, биология, эконо-

[1] В.И.Ленин. Полн. собр. соч., т. 18. стр. 326.

мические науки и т.д.). Если уж можно было примириться с широким использованием в физике математики (тем более, что В.И.Ленин прямо назвал «приближение к таким однородным и простым элементам материи, законы движения которых допускают математическую обработку»[2], крупным успехом естествознания), то ее применение, например, в биологии или социологии толковалось как идеализм.

В свое время Т.Д.Лысенко и его сторонники отвергали, например, законы Менделя, считая их законами «математически-обезличенной статистики». Критикуя работы генетиков, Т.Д.Лысенко писал, что их книги по форме напоминают не работы по биологии, а труды «по алгебре». Факт широкого использования математики в работах генетиков рассматривался как сам по себе криминальный и был одним из «доказательств» якобы идеалистического характера генетики.

В журнале «Агробиология», бывшем рупором идей Т.Д.Лысенко, писали: «...при отсутствии солидной научной теоретической базы может случаться и обыкновенно случается, что, например, социология сводится без остатков к биологии, биология – к химии и биохимии, химия и биохимия – к физике и механике и т. д., пока дело не дойдет до *идеалистическо-математаческих методов (*курсив наш. – *авт.)* исследования в области науки»[3]. Как видим, для автора математика неотделима от идеализма. Заметим, что эта мысль не нова. Еще в конце прошлого столетия немецкий неокантианец Г.Коген проповедовал «введение высшей математики в школе – для ради внедрения в гимназистов духа идеализма»[4].

Подобный взгляд на математику не удивителен, когда

---

[2] В.И.Ленин. Полн. собр. соч., г. 18, стр. 326.
[3] «Агробиология», 1958, № 4, стр. 7.
[4] Цит. В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 326.

его высказывает идеалист, но когда ученый, считающий себя диалектическим материалистом, заявляет об «идеалистическо-математических методах», то это вызывает удивление В.И.Ленин, приведя точку зрения Г. Когена, дал ей исчерпывающую оценку: «Это – вздорное мечтание реакционера»[5]. Нам думается, эта оценка вполне подходит и для изобретателей «идеалистически математических методов».

Идеализм связан, разумеется, не просто с фактом широкого использования математики, а с вполне определенным истолкованием самой математики. Математика (и логика) лишь в самых начальных истоках опирается на опыт. Самые первые математические понятия еще в период формирования математики как самостоятельной области знаний возникли из опыта. Конечно, и на высших ступенях развития математики потребности, связанные с развитием опытного знания, стимулируют возникновение математических проблем. Но основная специфика математики то, что отличает ее от эмпирических дисциплин, – состоит в конструировании абстрактных объектов и изучении их без обращения к опыту.

Математика, рассматриваемая сама по себе, вне своих приложений, не обращается к опытной проверке своих результатов; мерило ее справедливости отнюдь не опыт. Место и роль математики в общей системе человеческого знания, конечно, не могут быть поняты без анализа ее внематематического употребления, но также верно и то, что специфика математики может быть раскрыта только внутри нее самой.

В некотором смысле математика даже вообще не может быть названа наукой, и на это обращал внимание ряд выдающихся физиков. Р. Фейнман пишет: «принцип науки,

---

[5] В.И.Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 327.

почти что ее определение, состоит в следующем: пробный камень всех наших знаний – это опыт. Опыт, эксперимент–это единственный судья научной истины»[6]. И далее он замечает: «Математика, с нашей точки зрения, не наука, в том смысле, что она не относится к естественным наукам. Ведь мерило ее справедливости отнюдь не опыт»[7].

Отмеченные черты математики, ее формальный (а не фактуальный) характер, будучи абсолютизированы, легко могут привести к забвению в конечном счете «земного» происхождения математических абстракций, к объяснению их чистым продуктом разума (субъективистская точка зрения) либо особого рода идеальными сущностями, имеющими статус высшей реальности по сравнению с материальной действительностью (платонистская точка зрения).

Именно при таком понимании математики ее применение в фактуальных науках вызывает иллюзию, что «материя исчезает, остаются одни уравнения». Эта иллюзия была широко распространена в начале нашего столетия, сохранилась она и в наши дни. Так, выдающийся, физик В. Гейзенберг неоднократно утверждал, что материальный объект растворяется в прозрачной ясности математики. В докладе, прочитанном в 1973 г. на коллоквиуме «Научное познание и философия» в Брюсселе, В. Гейзенберг сказал: «...современное развитие физики повернулось от философии Демокрита к философии Платона. В самом деле,

---

[6] Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике, вып. 1, М., 1965, стр. 22.

[7] Там же, стр. 55. Сказанное не означает, конечно, какого-то умаления огромной творческой роли математики. После приведенных слов Р.Фейнман продолжает полушутливо, полусерьезно: «Кстати, не все то, что не наука, уже обязательно плохо. Любовь, например, тоже не наука. Словом, когда какую-то вещь называют не наукой, это не значит, что с нею что-то неладно: просто не наука она, и все».

именно в соответствии с убеждениями Платона, если мы будем разделять материю все дальше и дальше, мы в конечном счете придем не к мельчайшим частицам, а к математическим объектам, определяемым с помощью их симметрии, платоновским телам и лежащим в их основе треугольникам. Частицы же в современной физике представляют собой математические абстракции фундаментальных симметрий»[8].

Разумеется, математика не ответственна за такое истолкование своих абстракций, при котором они превращаются в платонистские идеальные сущности, лежащие в основе материальных образований. Дело здесь не в использовании математики, а в неприемлемом истолковании ее сущности.

Математизация и механицизм (мешает или содействует математика познанию качественных особенностей объектов?)

Наряду с возражениями против использования математики, что будто бы ведет к идеализму, приходится встречаться с еще одним типом возражений. Математика, говорят нам, отвлекается от качественных особенностей объектов и берет лишь их количественную сторону, а поэтому использование математики в биологии и социологии означает игнорирование качественных особенностей, сведение качества к количеству, механицизм[9]. Разберемся во всем этом.

Математика действительно обычно определяется как наука, изучающая количественные отношения и простран-

---

[8] В.Гейзенберг. Развитие понятий в физике XX столетия. «Вопросы философии», 1975, № 1, стр. 88.

[9] См., например, А.А.Глухова, А.М.Джигкаев. Значение ленинского анализа революции в физике для борьбы против «физического» идеализма и механицизма. М, 1962 стр. 183-193.

ственные формы. Но, во-первых, это не вполне точно. Под данное определение нельзя подвести, например, математическую логику или топологию. Поэтому к классическому определению Энгельса добавляют: «и подобные им отношения и формы». «Подобные» употребляется в том смысле, что отношения и формы, изучаемые математикой, берутся в отвлечении от их содержания. «Математика, – пишет А. Д. Александров, – наука о формах и отношениях в отвлечении от их содержания»[10]. Можно пойти и по другому пути (хотя по сущности он совпадает с первым) – расширить само понятие количества, понимая под ним не только числа и величины (как раньше), а именно отношения, отвлеченные от содержания, рассматриваемые с точностью до изоморфизма. Так поступает, например, С. А. Яновская: «Все, что относится к области соотношений, верных для неспецифицированных ближе объектов (которые мы тем не менее умеем различать и отождествлять), и что поэтому может быть выражено с помощью букв, – при условии, что с последними мы умеем оперировать по точным правилам, характерным для математических исчислений, – можно считать примером количества или количественных соотношений. Это является тем более обоснованным, что всякое буквенное исчисление допускает так называемую арифметизацию, с помощью которой его операции превращаются в некоторые вычислимые функции»[11]. Понятно, что при таком понимании количества можно сохранить и классическое определение математики.

Во-вторых, и это для нас сейчас основное, тот факт, что математика отвлекается от качественных особенностей, от содержания, совсем не означает, что она не имеет к ним

---

[10] А. Д. Александров. Математика. Философская энциклопедия, т. II, стр. 329.
[11] С. А. Яновская. Философская энциклопедия, т. II, стр. 562.

никакого отношения. Вообще тезис о том, что математика отвлекается от качественных особенностей, часто среди неспециалистов понимается до нельзя примитивно, в духе того, что математика ничего не может дать для их познания, будучи ограничена лишь количественными характеристиками (тоже понимаемыми в этом случае как нечто постороннее для качества). Это, конечно, не так. Математика отвлекается от качества именно как математика, если можно так выразиться, внутри самой себя. Она исследует различные типы математических структур[12], не интересуясь *(как математика*!) что и в какой мере они описывают в действительности.

Но при использовании математики в эмпирических науках далеко не безразлично, где, когда и какие математические структуры можно использовать. Для расчета железнодорожного моста достаточно эвклидовой геометрии, а для решения проблем космологии требуется риманова геометрия; для изучения равномерного прямолинейного движения достаточно постоянных величин, а для изучения ускоренного движения требуется дифференциальное исчисление; для классической механики достаточно обычной алгебры, а для квантовой используется некоммутирующая алгебра и т. д. Все это говорит о том, что для описания качественно различных процессов требуются и различные математические методы, а для познания качественных различий –- различные математические эрудия.

Отвлекаясь внутри самой себя от качественных особенностей, математика создает богатейший набор структур, дающий возможность эти особенности познать. Без математики мы оставались бы на уровне эмпирической констатации (а не раскрытия) качественных особенностей. Более

---

[12] См. Н. Бурбаки. Очерки по истории математики. М., 1963, ч:тр. 248-253.

того, наиболее глубокие и существенные качественные особенности мы чаете даже не смогли бы выявить и обнаружить.

Тезис о математике как науке, изучающей количественные отношения[13] (и отвлекающейся внутри себя от качественных особенностей), и тезис о математике как науке, не нужной (или, скажем мягче, не очень нужной) для раскрытия качественных особенностей реальных объектов[14], – это два совершенно различных тезиса, и их смешение является источником многих недоразумений. Математические формы – это не завеса, скрывающая качество, а в мало-мальски сложных вопросах единственный адекватный способ его выявления. «Безразличие чистых форм к содержанию, – пишет А. Д. Александров, – означает лишь то, что они встречаются с совершенно разным содержанием (как одна и та же формула может выражать законы разных по своей природе явлений). Но это вовсе не значит, что эти формы всегда имеют внешний или чисто количественный характер; например, симметрия кристаллической решетки (определяемая математически) является существенной качественной ее характеристикой»[15].

С позиций материалистической диалектики, утверждающей единство количества и качества, второй из сформулированных сейчас тезисов особенно абсурден, ибо он фактически опирайся на представление о качестве, существующем вне своих количественных характеристик. Этот момент стоит особенно подчеркнуть, так как сторонники антиматематической тенденции имеют обыкновение

---

[13] См. Н. Бурбаки. Очерки по истории математики, стр. 248–253

[14] В столь ясной форме этот тезис может быть и не так уж часто формулируется, но фактически именно он приводится авторами, ограничивающими сферу применения математики.

[15] А.Д.Александров. Математика. Философская энциклопедия, т. III, стр. 329.

выступать не от собственного лица, а от имени диалектического материализма. Мы полагаем, что наибольшее право выступать от имени диалектического материализма имеет К. Маркс, считавший, что «наука только тогда достигает совершенства, когда ей удается пользоваться математикой»[16].

Тезис К. Маркса исключительно глубоко и четко ставит вопрос о роли математики в науке. Здесь, во-первых, отмечается, что только при использовании математики та или иная наука достигает совершенства. Это недвусмысленно решает вопрос о нужности или ненужности «математизации» биологии, социологии или любой другой отрасли знания. Если данная научная дисциплина хочет достичь совершенства – она должна использовать математику. Без математических методов она останется на уровне эмпирической[17], описательной дисциплины. Подняться на теоретический уровень (достичь совершенства) без использования математического аппарата невозможно.

Но тезис К.Маркса не ограничивается только что сказанным. В нем содержится еще одно исключительной важности положение: наука достигает совершенства, когда ей удается пользоваться математикой. Однако применение математики в той или иной области знания возможно при данном уровне развития сначала математики и затем науки, стремящейся ее использовать.

Чтобы использовать математику в данной отрасли знаний,, нужно выработать систему понятий, допускающих

---

[16] Воспоминания о Марксе и Энгельсе. Госполитиздат, 1956, стр. 66.

[17] В противоположность теоретической; т. е. научной дисциплиной, еще не достигшей той высокой ступени развития, когда от выявления отдельных эмпирических зависимостей наука переходит к построению обобщающих теорий. Термин «эмпирическая наука» имеет и второе значение—непосредственно опирающаяся на опыт и проверяющая свои утверждения: опытным путем в отличие то математических наук.

математическую обработку. Таковы, например, понятия количества теплоты и температуры в учении о тепле, понятие информации в теории информации, понятие гена в генетике и другие. «Естественно, что математику можно применять в определенной: области науки только в том случае, если постановки проблем и системы понятий в этой области науки сформулированы настолько ясно, что допускают математическую обработку. Представителю конкретной науки или философу, имеющему о том или другом предмете еще очень расплывчатое представление и самому толком не знающему, что он, в сущности, хочет сказать, не стоит надеяться, что этот его еще не перебродивший продукт мышления может быть обработан точным инструментом математики. И уж, конечно, ему не следует упрекать математику в том, что она не может в данном случае ему помочь»[18].

Это условие теснейшим образом связывается с первым – наличием соответствующего математического аппарата. Аппарат классической математики развивался главным образом под влиянием стимулов, идущих от физики. И по настоящее время большая часть содержания современной математики обслуживает прежде всего запросы физики. Математический, аппарат, обслуживающий определенную отрасль знания, совсем не обязательно должен так же хорошо работать и в другой. Более того, как правило, этого не бывает, и для математизации новой отрасли знания оказывается необходимым и соответствующее развитие математического аппарата (это еще один аргумент против утверждения, что математика бесполезна для познания качественных особенностей различных предметных областей.

В настоящее время мы являемся как раз свидетелями возрастания удельного веса биологических и социальных

[18] Г. Клаус. Кибернетика и философия. М., 1963, стр. 227.

наук в качестве «заказчиков» математического инструментария. Такие области математики, как теория игр, теория алгоритмов и ряд других, возникли и развиваются во многом под влиянием запросов, идущих со стороны этих наук. Разные науки математизированы на сегодня в разной степени – это общеизвестно. Физика может считаться полностью математизированной наукой. Биологических и социальных дисциплин математизация коснулась в значительно меньшей степени; им сравнительно с физикой до сих пор еще не «удается пользоваться математикой». Но странно, когда этот недостаток некоторые авторы пытаются возвести в принцип и выдать за добродетель.

В этом плане весьма поучительны, например, рассуждения О. К.Тихомирова о специфике психологических понятий. Он решительно отвергает «идею о превосходстве языка теории автоматов (т.е. логико-математического языка. – *авт.)* над философскими и психологическими понятиями при описании деятельности человека»[19]. Философские понятия здесь вообще употреблены неуместно, а что касается психологических понятий, то они действительно находятся на стадии классификационных понятий, в ряде случаев – на стадии сравнительных понятий, но явно не достигли еще высшей стадии количественных понятий. Отстаивать их неприкосновенность – это и значит выдавать недостаток за добродетель, удовлетворяться уровнем, на котором науке не удается воспользоваться языком математики.

Сфера биологических и социальных явлений с большим трудом поддается математической обработке, но отсюда следует не то, что к последней здесь и не надо стремиться, а как раз, наоборот, что тем большие усилия надо сосредо-

---

[19] О.К.Тихомиров. Философско-психологические проблемы «искусственного интеллекта». «Вопросы философии», 1975, № 1, стр. 106.

точить на решении этой задачи. «Аргумент, заключающийся в том, будто то или другое положение вещей не может быть математически описано из-за своей сложности, кажется очевидным, однако он ложен. Практика науки, фактический ход истории науки, начиная от разработки теории движения планет Кеплером и кончая расшифровкой языка майя советскими учеными, показывает, что, напротив, справедливо следующее утверждение: та или иная проблема слишком сложна, чтобы ее можно было решить без помощи математики»[20].

Роль математики в физике
Математика как язык физики

Как уже говорилось, физика представляет пример полностью математизированной науки, и, учитывая, что ключ к анатомии обезьяны лежит в анатомии человека, рассмотрение роли математики в развитии науки целесообразнее всего осуществить на базе наиболее математизированной науки.

На чем основано применение математики в физике? На этот вопрос можно ответить предельно кратко: математика является основным языком физического исследования. Математика, взятая по отношению к самой себе, является особой наукой, со своими специфическими проблемами, но по отношению к физике (равно как и к другим естественным наукам) она выступает не в качестве особой науки, взаимодействующей с ней, а именно как ее язык. «Первичным языком, который вырабатывают в процессе научного уяснения фактов, является в теоретической физике обычно язык математики, а именно – математическая схема, позволяющая физикам предсказывать результаты бу-

[20] Г. Клаус. Кибернетика и философия, стр. 233.

дущих экспериментов»[21].

Коррелятивным математическому языку является естественный язык нашего повседневного общения. В определенном смысле он является безусловно исходным. Первоначальные сведения о мире человек всегда получает с помощью естественного языка и формулирует их на нем же. Но с дальнейшим развитием науки естественного языка оказывается недостаточно.

Основная задача науки – познание объективных законов. Это познание начинается обычно с изучения опытных фактов и установления так называемых качественных зависимостей между ними. Но это лишь первый шаг. В качественных зависимостях фиксируется лишь однородность определенной группы явлений, но не выясняется конкретная структура связей, образующая сущность этих явлений. Знание качественных зависимостей, формулируемое на естественном языке (более или менее уточненном по сравнению с его обиходным использованием), не позволяет точно предсказать течение событий. Создаваемые на базе (и для объяснения) качественных зависимостей гипотезы о сущности наблюдаемых явлений оказываются, как правило, непроверяемыми в эксперименте, так как не ведут к строгим количественно определенным следствиям, допускающим однозначное сопоставление с экспериментом.

Появление естествознания в строгом смысле слова (начиная с XVI в.) было отмечено прежде всего переходом от констатации лишь качественных зависимостей к установлению также строгих количественных соотношений. Этот переход предполагает вычленение отдельных сторон эксперимента, допускающих точное измерение, а для этого необходима выработка абстракций, допускающих это вычленение и последующую количественную оценку, иначе

[21] В. Гейзенберг. Физика и философия. М., 1963, стр. 141-142.

говоря, допускающих математическую обработку. «В естествознании основные понятия общих законов должны быть определены с предельной степенью точности, а это возможно только с помощью математической абстракции»[22].

Таким образом, развитие познания, переход от эмпирической констатации к формулировке общих фундаментальных законов необходимо требует перехода от естественного языка к языку математики.

Что дает использование математического языка? Не претендуя на абсолютную полноту, мы выделим следующие моменты.

1. Точное предсказание течения событий. Применение математического языка позволяет сформулировать основные законы теории в виде соответствующих уравнений, решение которых позволяет прогнозировать течение событий. Уравнения небесной механики дают возможность предсказать поведение небесных тел, уравнение термодинамики – течение тепловых процессов, уравнения квантовой механики – течение событий в микромире. Причем, когда мы говорим о точном предсказании, это не надо понимать в смысле обязательно однозначного предсказания в духе лапласовского детерминизма. Уравнения квантовой механики дают не менее точные (хотя и вероятностные) предсказания в своей области, чем уравнения классической – в своей. Нельзя предсказать течение событий точнее чем это имеет место в действительности.

2. Предсказание новых явлений. Математически сформулированная теория открывает широкие возможности предсказания не только течения событий, но и существования новых, дотоле неизвестных явлений. Причем здесь можно выделить дна типа таких предсказаний, ко-

[22] В. Гейзенберг. Физика и философия, стр. 144.

торые, следуя М. Борну[23], можно назвать аналитическим и синтетическим предсказаниями.

Аналитическое предсказание состоит в том, что по имеющемуся «образцу» восполняются недостающие факты, т.е. это предсказание делается на основе существующей теории. Классическим примером такого рода предсказания является открытие планеты Нептун.

Синтетическое предсказание состоит в том, что по некоторым фактам модифицируется, изменяется прежний «образ», т.е. вносится существенное изменение в саму теорию. Классическим примером этого типа является добавление Максвеллом к известным из опыта уравнениям электродинамики так называемого тока смещения. На основании опытных фактов Максвелл мог лишь написать уравнение rot $H = 0$. Выдвинув соответствующую математическую гипотезу, он написал уравнение rot $\vec{H} = \frac{1}{C}\frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$. Решение системы уравнений Максвелла привело к предсказанию совершенно нового объекта – электромагнитного поля.

Другим классическим примером синтетического предсказания является получение Дираком релятивистского уравнения движения электрона и предсказание существования позитрона – первой, ставшей известной людям, античастицы.

3. Эвристическая роль математики в создании новых теорий. Этот момент во многом перекрещивается с синтетическим предсказанием, рассмотренным в предшествующем пункте, но все же обладает известной самостоятельностью. Математическая форма законов природы часто подготавливает условия; для качественно новых обобщений. Разумеется, эти обобщения не могут быть выводимы

[23] См. М.Борн. Физика в жизни моего поколения. М., 1963. стр. 143 и дальше.

из одной лишь математической: формы, основой для них в конечном счете является эксперимент, однако без использования соответствующих математических форм такие обобщения были бы попросту невозможны. Яркие примеры тому – создание Максвеллом его системы, уравнений, создание Эйнштейном общей теории относительности, возникновение квантовой механики. Так, А. Эйнштейн отмечал, что без предшествующего развития геометрии ему бы не удалось создать теорию относительности[24].

Формулировка квантовой механики была существенно облегчена тем, что в классической механике были получены: различные математические формы выражения основных законов движения: уравнения Лагранжа, уравнения Гамильтона, уравнения Гамильтона–Якоби.

Важным моментом эвристической роли математики является стремление ученого к определенного рода математической красоте, изяществу создаваемых теоретических построений. Правда, среди творцов науки бытуют разные оценки этого момента – от больцмановского «оставим изящество портным и сапожникам» до дираковского «физик-теоретик принимает требование математической красоты как символ веры»[25]. Мы думаем, что оценка Дирака в большей степени отвечает духу современного научного исследования.

4. Математическая дедукция новых законов. Этот момент также свидетельствует об огромной эвристической роли математики. Мы коротко проиллюстрируем это на примере теории относительности. Как известно, принцип относительности находит свое выражение в требовании лоренц-ковариантности основных уравнений движения.

---

[24] См. А. Эйнштейн. Собр. научных трудов, т. II, М., 1966. стр. 85..

[25] П.М.Дирак. Методы теоретической физики. «Успехи физических наук», 1970, т. 102, вып. 2, стр. 292.

Это позволяет чисто математически установить основные законы релятивистской механики. Для этого берется соответствующее уравнение ньютоновской механики и изменяется таким образом, чтобы при преобразованиях Лоренца математическая запись этого уравнения оставалась ковариантной. Таким путем были получены релятивистские выражения для импульса, энергии и ряд других важных соотношений, выражающих законы природы.

5. Проверка теорий, претендующих на установление фундаментальных законов природы. Строгая проверка выдвигаемых гипотез, содержащих пока лишь предполагаемые фундаментальные законы, становится возможной лишь тогда, когда эти законы приобретают количественный характер и получают адекватное математическое выражение. Первоначальная квантовая теория Бора включала в себя так называемые квантовые постулаты, и лишь благодаря тому, что эти постулаты имели точную математическую формулировку, из них удалось вывести, теоретические выражения для ряда эмпирических закономерностей и значений эмпирически установленных констант, что и явилось блестящим подтверждением самой теории. Вообще на современном уровне развития естествознания гипотеза утверждается в науке лишь в том случае, если ее основные положения получают количественное математическое выражение и открывают тем самым возможность выведений следствий, допускающих количественное сопоставление с экспериментом. Например, атомистическая гипотеза была высказана еще в глубокой древности, но ее окончательное признание произошло лишь после развития до такой степени, что на ее основе стало возможным получить строго количественно определенные следствия. Закон Авогадро, составляющий одно из положений современной атомной теории и утверждающий, что в грамм-моле любого вещества содержится одинаковое число молекул, мог быть до-

казан лишь тогда, когда на основе различных количественных законов было определено это число. В настоящее время существует до 20 независимых способов определения числа Авогадро (по барометрической формуле, на основе закона броуновского движения, из закономерностей радиоактивных процессов и т.д.). Тот факт, что столь различные и независимые методы дают одно и то же численное значение, служит доказательством закона Авогадро и в свое время явился одним из веских аргументов в пользу атомной теории в целом.

Как видно из проведенного анализа, роль математики в развитии физики исключительно велика, но она должна правильно пониматься. В свое время ряд физиков опасался, что математизация физики может повести к превращению физики в ветвь математики, к превращению физика в простого «расчетчика», лишь решающего математические уравнения. Разумеется, среди физиков де-факто такие «расчетчики» встречаются. Более того, для определенного круга задач (связанных с приложением уже имеющихся теорий к решению тех или иных конкретных задач) работа «расчетчиков» оказывается и полезной, и необходимой. Однако существенное развитие самой физической теории всегда связано с глубоким физическим анализом применяемых и вновь создаваемых математических схем. Но этот физический анализ идет не помимо и независимо от математического языка физики, а есть анализ (точнее – эмпирическая интерпретация) именно этого языка.

В этом плане чрезвычайно поучительна та роль, которую сыграл в физике такой ее корифей, как Нильс Бор. Мы позволим себе привести оценку его деятельности видным советским физиком Е.Л.Фейнбергом: «В течение полувека Нильс Бор пользовался совершенно исключительным уважением, вызывал восхищение прежде всего физиков и, в особенности, физиков-теоретиков. В этом последнем об-

стоятельстве можно заметить нечто парадоксальное. Надо сказать правду: физики-теоретики кто с открытой, кто с неосознанной ими самими иронией относятся к теоретическим работам, в которых мало математики. Между тем, если перелистать работы Бора по квантовой теории и теории ядра, то ничего сложнее школьной алгебры (да разве еще определенного интеграла), пожалуй, и не встретишь (чисто формальное исключение составляет), может быть, работа, совместная с Розенфельдом, по измеримости напряженности электромагнитного поля.

«Наивно, конечно, было бы думать, что Бору были чужды математические сложности. Его первая профессорская должность (в Манчестерском университете) была должностью профессора математической физики. Дело в том, что его всегда интересовали самые трудные, самые глубокие вопросы физики и миропонимания, а в ту эпоху самыми глубокими и трудными оказались не математические вопросы. Своеобразная схема и математический аппарат, которые были развиты при создании квантовой механики, представляли лишь путь к более глубоким проблемам понимания основных физических законов, и Бор как бы смотрел поверх этого аппарата»[26].

Таким образом, подчеркивая огромную роль математики в физике (и науке вообще), нельзя игнорировать, разумеется, другие компоненты научного исследования, нельзя фетишизировать математику, объявляя непогрешимыми любые ее применения в фактуальных науках. Мы позволим себе привести здесь два блестящих примера такой фетишизации, доходящей до абсурда.

Американский физик-теоретик Вильсон точными методами показал, что не существует нормального состояния иона молекулы H_2. В.Гейзенберг с юмором пишет: «Я ска-

[26] См. «Успехи физических наук», т. XXX, вып. 2, 1963, стр. 197.

зал Теллеру, что результат должен быть ошибочным, поскольку ведь на самом деле молекула существует, и с этим ничего не поделаешь. Однако Теллер сомневался: «Ведь вы же ничего не можете возразить против столь превосходной математики Вильсона»[27]. Разумеется, в «превосходной математике» Вильсона содержалась ошибка, и она была затем обнаружена.

Иногда, однако, найти ошибку в «строгой математике» оказывается далеко не просто, хотя из других соображений ясно, что она должна быть. В докторской диссертации В. Гейзенберг решил (приближенно) задачу о пределе стабильности ламинарного потока воды. Через год Э. Неттер *строго* доказала, что поток должен быть стабильным при любых скоростях. Однако в 1944 г. Дж. фон Нейман просчитал задачу на ЭВМ. Приближенные вычисления Гейзенберга отличались от «точного» машинного результата не более, чем на 20%! В этой связи В.Гейзенберг пишет: «Как же быть со строгой математикой? Увы, я думаю, что даже и теперь никто не знает, какая ошибка содержится в работе Неттер»[28].

Но недопустимость фетишизации математики не должна превращаться в отрицание плодотворности и эффективности математизации в физике (и науке вообще), как это иногда имеет место. Мы решительно не согласны, например, с позицией американского биофизика Дж. Платта, заявившего, «что в большинстве случаев математизация в области физики и химии в настоящее время неуместна, если не сказать, что она просто вводит в заблуждение»[29]. И далее он продолжает: «Уравнения и измерения полезны тогда и

---

[27] В. Гейзенберг. Теория, критика и философия. «Успехи физических наук», 1970, т. 102, вып. 2, стр. 305.

[28] В. Гейзенберг. Теория, критика и философия, стр. 305.

[29] Дж. Платт. Метод строгих выводов. «Вопросы философии», 1965, № 9, стр. 76.

только тогда, когда они связаны с доказательством. При этом доказательство или опровержение являются решающими или определяющими, в сущности, лишь тогда, когда они абсолютно убедительны без количественного измерения»[30]. «Математические сети, – заключает Дж. Платт, – великолепный способ «упаковки» проблемы, но они никогда не удержат ее в себе, если проблема не была заранее уловлена в логические сети»[31].

Мы постараемся показать дальше, что изменение роли математики в современной физике состоит как раз в том, что математика перестала быть средством только «упаковки» проблемы, что без математики *(заранее)* проблема не может быть «уловлена в логические сети».

Изменение роли математики в современной физике

До сих пор мы говорили о роли математики в физике, не проводя различий между классической и современной физикой. В заключение остановимся специально на этом вопросе.

Классическая физика в общем и целом имела дело с явлениями, более или менее доступными непосредственному наблюдению и допускающими построение наглядной модели этих явлений. Математика включалась в творчество физика тогда, когда качественная модель исследуемой области бывала создана и надо было эту модель оформить, придать ей вид, допускающий опытную проверку путем

---

[30] Там же, стр. 77. Эти выводы получают поддержку и развитие. Так, В.В.Быков (Методы науки. М., 1974, стр. 62-63) ссылается как на решающий аргумент на процитированные в тексте высказывания Платта для обоснования того обстоятельства, что из монографии, посвященной методам науки, он исключает проблемы измерения. Другой аргумент В. В. Быкова — «это чрезвычайно увеличит объем работы».

[31] «Вопросы философии», 1965, № 9, стр. 77.

выведения строгих количественных следствий и их сопоставления с опытными данными. Но сама исходная модель могла быть в принципе, в наиболее общих, хотя и расплывчатых чертах, построена вне участия математики. Отношение математики и физики А. Пуанкаре в свое время иллюстрировал следующим сравнением: «Я позволю себе сравнить науку с библиотекой, которая должна беспрерывно расширяться; но библиотекарь располагает для своих приобретений лишь недостаточными кредитами; он должен стараться не растратить их понапрасну. Такая обязанность делать приобретения лежит на экспериментальной физике, которая одна лишь в состоянии обогащать библиотеку. Что касается физики математической, то ее призвание состоит в ведении каталога. Если каталог устроен хорошо, библиотека не делается от этого богаче, но читателю облегчается пользование ее сокровищами. С другой стороны, каталог, указывая библиотекарю на пробелы в его собраниях, позволяет ему дать его кредитам рациональное употребление, а это тем более важно ввиду их совершенной недостаточности.

Итак, вот в чем значение математической физики. Она должна руководить обобщением, так чтобы от этого увеличивалась производительность науки»[32].Сравнение Пуанкаре представляется нам в целом верным именно для взаимоотношения классической физики и математики. Но оно уже не подходит для описания соотношения математики и современной физики. Конечно, и в современной физике в конечном счете единственным источником наших знаний остается опыт, но «обогащение библиотеки» не состоит только в приобретении новых фактов – оно и в построении теорий, рисующих картину действительности, согласующуюся с этими фактами. В классической физике

[32] А.Пуанкаре. Наука и гипотеза. СПб., 1904, стр. 160.

такие теории могли быть, как мы отмечали, хотя бы в общем виде представлены в виде наглядных моделей, в квантовой физике это невозможно. «Математические абстракции отображают свойства электрона несравненно лучше и точнее, нежели модельные представления, которые «как-то» должны примирить непримиримое. Поэтому мы должны признать, что математика в современной физике не является просто орудием расчета; вне математики невозможно достаточно полное понимание свойств объектов микромира»[33].

Итак, математика в современной физике – это не просто орудие расчета, это – наиболее адекватный язык формулировки основных законов, которые вне этого языка не могут быть даже приблизительно нащупаны. Современная физика[34] проникла в такие области действительности, в которых для изучаемых ею объектов уже нельзя подобрать соответствующих наглядных образов, всегда так или иначе связанных с миром нашего обычного повседневного опыта. В этих условиях исключительное значение приобретает построение математической модели для объяснения изучаемых явлений. Суть этого метода, называемого методом математической гипотезы[35], состоит в следующем.

«Положим, что из опыта известно, что изученное явление зависит от ряда переменных и постоянных величин, связанных между собой приближенно некоторым уравне-

---

[33] К.Д.Синельников. О философских вопросах современной физики. Сб. «Философские вопросы современной физики». Киев, 1956, стр 10. Это заявление тем более ценно, что оно принадлежит не физику- теоретику, привыкшему оперировать математическими абстракциями, а экспериментатору.

[34] Строго говоря, это изменение роли математики началось еще в рамках классической физики и связано с появлением теории Максвелла.

[35] Впервые место математической гипотезы в нашей литературе осветил С.И.Вавилов. (Собр. соч., т. II, М., 1952-1956, стр. 156-157, 282-285).

нием. Довольно произвольно видоизменяя, обобщая это уравнение, можно получить другие соотношения между переменными. В этом и состоит математическая гипотеза, или экстраполяция»[36].

Следуя И. В. Кузнецову[37], можно выделить три общих типа видоизменений уравнений, используемых в методе математической гипотезы: 1) изменение общего вида уравнения путем введения или исключения каких-то членов; 2) изменение характера величин, фигурирующих в уравнении; 3) изменение характера граничных условий решения уравнений. В конкретных математических гипотезах могут встречаться как эти три общих типа в чистом виде, так и различные их сочетания.

Мы поясним здесь примерами первые два типа.

1. Предсказание Юкавой существования мезона. Юкава исходил из экспериментального факта существования короткодействующих ядерных сил с радиусом действия порядка ядерных размеров a ($a \sim 10^{-13} см$). Значит, вместо кулоновского потенциала вида $\frac{1}{r}$ надо было взять потенциал вида $\frac{e^{-\frac{r}{a}}}{r}$ что является обобщением кулоновского. Этот потенциал удовлетворяет видоизмененному уравнению Лапласа: $\Delta\Phi = \frac{\Phi}{a^2}$, –, где Δ – оператор Лапласа, а Ф – потенциал кулоновского потенциала уравнение Лапласа имеет вид ΔФ = 0). Статическое поле, описываемое уравнением ΔФ=0, является частным случаем волнового поля, описываемого уравнением $\Delta\Phi = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\Phi}{\partial t^2}$. Юкава предположил, что и для потенциала вида $=\frac{e^{-\frac{r}{a}}}{r}$ можно произвести

[36] С. И. Вавилов. Собр. соч., т. III, стр. 79.

[37] См. И.В.Кузнецов. О математической гипотезе. «Вопросы философии», 1962, № 10.

аналогичный переход к волновому полю. Тогда от уравнения $\Delta\Phi = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\Phi}{\partial t^2}$ мы должны перейти к уравнению $\Delta\Phi = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\Phi}{\partial t^2} + \frac{\Phi}{a^2}$, получившему название уравнения Юкавы. решение этого уравнения дает плоские волны $\Phi=A\sin(\nu t-\kappa x)$, где ν – частота, а κ – волновое число (величина, обратная длине волны λ). С этой волной связана соответствующая ей частица. Согласно теории относительности энергия E частицы массы m равна $E^2=m^2c^4+p^2c^2$, где p - импульс. Использовав теперь основные в квантовой теории соотношения Планка ($E = h\nu$) и де Бройля ($p=h\kappa$), получим: $h^2\nu^2=m^2c^4+c^2h^2\kappa^2$. Поделив обе части на c^2h^2, будем иметь $\left(\frac{\nu}{c}\right)^2 = \left(\frac{mc}{h}\right)^2 + k^2$. Решение уравнения Юкавы $\Phi=A\sin 2\pi(\nu t-\kappa x)$ приводит к этому же соотношению между ν и κ, если положить $\frac{mc}{h} = \frac{1}{2\pi a}$. Отсюда, зная, что $a \sim 10^{-13}$*см*, можно найти массу m частицы, являющейся носителем ядерных сил:

$$m = \frac{h}{2\pi a} = \frac{6{,}6\cdot10^{-27}}{2\cdot3{,}14\cdot10^{-13}\cdot10\cdot10^{10}} \approx 3{,}5\cdot10^{-25}\ г.$$

Следовательно, это частица с массой, примерно в 380 раз превышающей массу электрона. Такая частица и была в конце концов обнаружена. Она называется пи-мезоном (пионом), и масса ее примерно равна предсказанной Юкавой.

2. Получение Лоренцом уравнений для собственного поля электрона.

Лоренцу были известны уравнения Максвелла для макроскопического электромагнитного поля. Но эти уравнения описывают поля усредненные по большой области. Вставал вопрос: какова система уравнений, описывающая «истинные» микроскопические поля? Общий путь заключается в

следующем. Надо предположить некоторую систему уравнений для микрополей и усреднить эти уравнения. Если мы правильно угадали уравнения микрополей, то в результате: усреднения мы должны получить уравнения Максвелла.

Лоренц предположил, что уравнения истинного микроскопического поля совпадают по форме с уравнениями Максвелла для пустоты, но фигурирующие в них величины имеют другой физический смысл. $\vec{E}$ и $\vec{H}$ по-прежнему означают векторы электрической и магнитной напряженностей, но уже не макро-, а микрополей. ρ понимается как плотность зарядов в атоме и вне частиц $\rho = 0.\vec{J}$ понимается как плотность тока внутри атома, т. е. принимается равной $\rho\vec{v}$, где $\vec{v}$ – скорость движения заряда.

Система уравнений Лоренца будет выглядеть так:

$$\left.\begin{array}{ll} (1) & div\,\vec{E} = 4\pi\rho \\ (2) & div\,\vec{H} = 0 \\ (3) & rot\vec{E} = -\frac{1}{c}\frac{\partial\vec{H}}{\partial t} \\ (4) & rot\vec{H} = \frac{4\pi}{c}\rho\vec{V} + \frac{1}{c}\frac{\partial\vec{E}}{\partial t} \end{array}\right\} \quad \text{(I)}$$

Роизведем над каждым из этих уравнений усреднение. Получим:

$$\left.\begin{array}{ll} (1a) & div\,\vec{E}_{cp} = 4\pi\rho_{cp} \\ (2a) & div\,\vec{H}_{cp} = 0 \\ (3a) & rot\vec{E}_{cp} = -\frac{1}{c}\frac{\partial\vec{H}_{cp}}{\partial t} \\ (4a) & rot\vec{H}_{cp} = \frac{4\pi}{c}\left(\rho\vec{V}\right) + \frac{1}{c}\frac{\partial\vec{E}_{cp}}{\partial t} \end{array}\right\} \quad \text{(II)}$$

(Здесь индекс «ср» означает среднее значение соответ-

ствующей микроскопической величины).

Если система уравнений I предположена правильно, то система II (являющаяся результатом усреднения системы I) будет совпадать с системой уравнений Максвелла для среды:

$$\left.\begin{array}{ll} (1в) & div\,\vec{D} = 4\pi\rho_{\mu} \\ (2в) & div\,\vec{B} = 0 \\ (3в) & rot\vec{E}_{\mu} = -\frac{1}{c}\frac{\partial B}{\partial t} \\ (4в) & rot\vec{H}_{\mu} = \frac{4\pi}{c}(\rho\vec{v})_{\mu} + \frac{1}{c}\frac{\partial\vec{D}}{\partial t} \end{array}\right\} \qquad \text{(III)}$$

Здесь индекс μ обозначает макроскопическую величину $\vec{D}$ и $\vec{B}$ – электрическую и магнитную индукции, связанные, определенными отношениями с соответствующими напряженностями $\vec{E}$ и $\vec{H}$. Например, $\vec{D} = \vec{E}_{\mu}+4\pi\vec{P}$ (5), где $\vec{P}$ – так называемый вектор электрической поляризации. Так как $\vec{D}$ и $\vec{B}$ величину существенно макроскопические, то индекс μ при них не ставим.

Итак, уравнения системы II и III должны попарно совпадать. Посмотрим, что это означает.

Из условия тождества (2*а*) и (*2в*) получим $\vec{B} = \vec{H}_{ср}$ Тогда в (3*а*) заменим $\vec{H}_{ср}$ на $\vec{B}$ (3'*а*) $rot\vec{E}_{ср} = -\frac{1}{c}\frac{\partial B}{\partial t}$. Из условия тождества (3*а*) и (3*в*) имеем: $\vec{E}_{ср} = \vec{E}_{\mu}$.

В соответствии с этим результатом заменим в (1*а*) $\vec{E}_{ср}$ на $\vec{E}_{\mu}$: (1'*а*), div = $\vec{E}_{\mu} = 4\pi\rho_{\text{ср}}$.

Согласно (5) $\vec{E}_{\mu} = \vec{D} - 4\pi\vec{P}$ и, значит, $\text{div}\,\vec{E}_{\mu} = \text{div}\,\vec{D} - 4\pi\text{div}\vec{P}$. Подставляя сюда значение $\text{div}\,\vec{D}$ согласно (1*в*) получим:

$$\text{div}\,\vec{E}_{\mu} = 4\pi\rho_{\mu} - 4\pi\text{div}\vec{P} \qquad (6)$$

Сравнивая (1 *а*) и (*б*), приходим к соотношению

$$\rho_{\text{ср}} = \rho_{\mu} - div\vec{P} \qquad (7)$$

Из максвелловской электродинамики известно, что член – div$\vec{P}$ выражает плотность связанных зарядов ($\rho_{\text{связ}}$). Следовательно, окончательно имеем: $\rho_{\text{ср}} = \rho_{\mu} + \rho_{\text{связ}}$. (8).

Итак, требование совпадения II и III с необходимостью ведет к соотношению (8). Если это соотношение неверно, то тождество II и III не может иметь места, а значит, и система I, усреднением уравнений которой была получена система II, предположена нами неверно и не списывает истинных микроскопических полей. Но если (8) справедливо, то это означает, что уравнения Лоренца (система I) и есть уравнения микроскопического поля[38]. Соотношение (8) выражает как раз физически совершенно бесспорный факт–средняя плотность истинных микроскопических зарядов равна макроскопически измеренной плотности свободных зарядов (рц) и связанных зарядов ($\rho_{\text{связ.}}$)– и тем самым обосновывает выдвинутую Лоренцом м тематическую гипотезу.

Широкое проникновение математической гипотезы в современное естествознание связано с важными гносеологическими моментами, хорошо раскрытыми С. И. Вави-

---

[38] Для такого выпода надо доказать еще единственность уравнений Лоренца. Поэтому приведенное рассуждение математически не строго. Но оно вполне удовлетворительно физически. Оно показывает, что уравнения Лоренца *могут быть* уравнениями микрополей. А вопрос, являются ли они таковыми, решается, как всегда в физике, эмпирически Если угодно, их „единственность" доказывается опытом, т. В полнотой основанной на них электронной теории Лоренца, описывающей все входящие в сферу ее компетенции явления (т. е. без учета квантовых эффектов). Для полноты отметим, что из требования тождества (4а) и (4«) получается соотношение для плотности микротока столь же бесспорное физически, как и соотношение (8) для плотности микрозарядов. Вывод соотношения для микротока является математически несколько более сложным, и нам нет нужды его рассматривать

ловым. «Наши знания, – писал он, – это отражение свойств и явлений окружающего внешнего объективного мира, отражения несовершенные и верные только для определенных масштабов, для человека наиболее существенных. Эти знания, в части, касающиеся физики, имеют... механический характер. При переходе к совсем необычным областям микро- и макромира наш механический познавательный аппарат оказывается постепенно все более и более непригодным и неприспособленным к объективному миру. Подобно тому, как объектив микроскопа перестает давать правильные изображения при переходе к предметам, меньшим длины световой волны, и в конце концов вообще изображать что-либо, так и познавательный человеческий аппарат, выросший в определенной обстановке и для определенных задач, оказывается неподходящим для совсем других условий»[39].

Классическая физика (точнее говоря, домаксвелловская физика) имела дело с миром, доступным наглядному восприятию. Физик сначала создавал более или менее наглядную модель, отправляясь от физических образов, и затем математически оформлял эту модель. Математика играла здесь в основном «расчетную» роль.

Переход к изучению качественно новых предметных областей привел к переходу из обычного мира, в котором человек сформировался и к которому он биологически приспособлен, в мир необычный («негеоцентрический», по удачному выражению В.П.Бранского)[40]. Этот негеоцентрический мир[41] не может быть сколь-нибудь адекватно

---

[39] С.И.Вавилов. Собр. соч., т. III, стр. 78.

[40] См. В.П.Бранский. Философское значение «проблемы наглядности» в современной физике. Л., 1962.

[41] Это совсем необязательно только микромир. С негеоцентрическим миром сталкивается и космология при изучении Вселенной, и кибернетика при изучении сложных вероятностных динамических систем.

отражен в привычной «геоцентрической» системе понятий. Единственным адекватным языком для описания этого мира оказывается язык математики, и ведущей формой гипотезы становится математическая гипотеза.

Причем, дело не в том, что мы прибегаем, например в физике к математической гипотезе, потому что у нас нет *пока* соответствующих физических образов и понятий, и когда они появятся, то роль математической гипотезы якобы пойдет на убыль. Суть дела в том, что такие соответствующие физические «образы» и понятия сами могут быть адекватно выражены лишь на абстрактном языке математики.

Математическую гипотезу уже нельзя рассматривать как просто инструмент количественной обработки вне и независимо от математики возникающих моделей. Без нее постижение соответствующих объективных закономерностей становится просто невозможным. В завоевании методом математической гипотезы (или математической экстраполяции) современной физики и состоит изменение роли математики в ней.

С. М. ТАЛЫШЛЫ

К ОЦЕНКЕ ЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ ГОТТФРИДА ПЛУКЭ

Логическое наследие Плукэ принадлежит к предыстории алгебры логики. В отечественной литературе не существует монографии, специально посвященной этому немецкому мыслителю. Правда, в монографии Н.И.Стяжкина[1] содержится краткий анализ результатов Плукэ, однако автор не ставит своей задачей вскрыть специфику приемов Плукэ по решению так называемых логических уравнений. Как раз именно эта специфика является предметом настоящего исследования.

Не будем останавливаться на биографии Плукэ и на анализе его роли в истории становления общих методов алгебры логики. Обо всем этом уже сказано Н.И.Стяжкиным.

В своей логической теории Плукэ (1716-1790) исходил из идеи «универсальной характеристики», понимая ее как задачу построения достаточно сильного логического исчисления, в котором, в частности, смогли бы выводиться и факты содержательной традиционной логики. Его концепция была связана с представлением различных элементов предложений с помощью геометрических фигур и алгебраических формул, а также с приложением геометрического языка к анализу умозаключений (в том числе силлогизмов). Согласно Плукэ, «универсальная характеристика» не должна рассматриваться как требование построить общезначимый метафизический язык, но может трактоваться только в логическом смысле.

Система логики изложена Плукэ в основном в его со-

[1] Н.И.Стяжкин. Формирование математической логики. М., 1967

чинениях: «Основы философии», «Элементы философии» и «Основания умозрительной философии». Работа «Основания умозрительной философии» содержит очерк логико-математического характера. Здесь также подытожены попытки положить в основание логики геометрические принципы путем сопоставления с объемами понятий топологических элементов.

К идее логического исчисления Плукэ первоначально приходит в работе «Метод исчисления в логике» (1764), а затем углубляет и более развернуто выражает эту мысль в «Основаниях умозрительной философии» (1772). Логика распадается у него на следующие разделы: сначала даются дефиниции исходных понятий логики («принципы умозаключений»), затем излагается учение о суждении и силлогизме (индукция и аналогия принципиально игнорируются), далее рассматривается учение о логическом исчислении и в заключение предлагается раздел о методе.

Следует отметить, что уже Г.В.Лейбниц выражал общее утвердительное предложение «все *A* суть *B*» в форме: «все *AB* суть *A*». Имея это в виду и желая подвести базу под свои утверждения, Плукэ замечает: «Поскольку Лейбниц в точности осознавал возможность выразить общее утвердительное высказывание приведенным выше способом, то он вынужден был выразить тождество субъекта и предиката в утвердительных предложениях»[2]. Далее Плукэ продолжает, что предикат не может отличаться от своего субъекта, в противном случае стал бы не субъектом, что невозможно. В основание логики следует поэтому положить теорию тождества логических элементов. Как следует из вышесказанного, по Плукэ, в суждениях как общих, так и частных, объемы субъекта и предиката суждения всегда необходимо совпадают. Этот тезис стоит в связи с его учением о тож-

[2] Н.И.Стяжкин. Становление идей математической логики, стр. 260.

дестве субъекта и предиката в суждении[3].

Имеющиеся у Плукэ доказательства целесообразности проведения этой идеи фактически пролагали путь к позднейшей алгебраической трактовке суждений наподобие арифметических тождеств в алгебре логики.

Определенно можно утверждать, что Плукэ подверг логическую форму суждений своеобразному препарированию, которое путем упрощения в допустимой формализации фактич ски подготовляло путь к изсбретерик логической машины У.С. Джевонса (1835–1882). Плукэ в целом весьма тонко анализирует понятие логической формы суждения. Согласно Плукэ, логическая форма есть то, что следует из расположения знаков (dispositione sigi.orurn), логическая материя есть то, что следует из расположения того, что обозначено знаками (de dispositione signatorum)[4]. К логическим знакам он причисляет знаки количества (quantitatis) и качества (qualltatls) высказываний, а под различиями в логической форме Плукэ понимает нечто, вытекающее из различий суждений по количеству и качеству. Под логической материей он понимает обозначения конкретных предметов, а именно тех, о которых идет речь в соответствующем высказывании. Так называемое количество высказывания он трактует как детерминацию (ограничение) объема субъекта этого высказывания.

Логическое исчисление Плукэ, как замечает Н.И.Стяж-

---

[3] Это его учение вызвало яростную критику со стороны Гегеля в связи с тем, что последний не признавал концепцию абстрактного логического тождества ни в каких пределах. Это было в конечном счете вязано с почти полным отрицанием Гегелем формальной логики, а также с неявно принимаемым им тезисом о том, что диалектическая логика должна воздвигаться па руинах логики формальной. И лишь классики, марксизма-ленинизма вскрыли подлинное соотношение логики диалектической и логики формальной, поставив каждую из них на свое место.

[4] G. Ploucquet, Sammlung der Schriften...

кин[5], по своему характеру не только сложно, но и, если можно так выразиться, слоисто. Отдельные его пласты относятся к логике классов, к исчислению предложений, начаткам теории отношений и к обобщенным силлогистическим конструкциям.

Плукэ употиебляет следующие операции:

1. Знак «+», понимаемый в смысле конъюнкции (в логике предложений) и операции пересечения классов (в логике классов).

2. Знак умножения, помещенный между малыми или большими буквами, либо отсутствие такого знака между теми же буквами – означает операцию неразделительной дизъюнкции (для предложений) и операцию объединения классов без исключения их возможной общей части (для классов).

По поводу этой последней операции Плукэ замечает; “Выражение *mb* не означает у меня представления какой-либо формы умножение, а должно пониматься как некоторая ассоциация понятий”[6]. Здесь под “представлением”, имеется в виду какое-то свойство, соответствующее некоторому классу (объему).

3. Унарная операция отрицания (знак черты над заглавной или малон_буквой).

Выражение $\bar{P}$ означает: «все не *p*»; выражение *p* означает: «некоторые не *p*». Вслед за И.Г.Ламбертом (1728–1777) Плукэ закладывает базис обобщенной силлогистической теории, ставя кванторы «все» и «некоторые» не только перед субъектом, но и перед предикатом суждения. Так Плукэ[7] показывает, что операция квалификации

---

[5] Н.И.Стяжкин. Формирование математической логики.

[6] G. Ploucquet. Sammlung der Schriften... 254

[7] G.Ploucquet. Sammluny der Schriften.., стр. 212.

предиката[8] открыта Ламбертом.

В изложении учения о квантификации предиката Плукэ подчеркивает, что в утвердительных суждениях предикат всегда бывает частным, а не индивидуальным по форме, так как может быть присущ не только денному, но также и другим субъектам. Следует лишь помнить, однако, что могут быть случаи, когда в силу специфики „материи" субъекта суждения данный предикат присущ только ему и не присущ никаким другим субъектам. Иллюстрируя это свое положение, Плукэ приводит такой пример; «Адам был первым человеком»[9]. С точки зрения специфики „материи" этого суждения предикат здесь, по Плукэ, взят в полном объеме, так как формулирующий это суждение (и религиозно мыслящий индивид) полагает, что кроме Адама не было другого первого человека.

Однако по своей логической форме термин «первый человек» здесь берется не в полном объеме, но лишь частично (particulariter), а именно в смысле «некоторый первый человек». Легко видеть, что разобранный пример но

---

[8] Квалификация предиката—операция уточнения объема предикат суждения (в смысле классической аристотелевой логики) с помощью слов „все* и .некоторые" основанная на истолковании связи „есть" как выражающей отношение тождества между рассматриваемыми в суждении объемами субъекта и предиката. Приводится лишь для утвердительных суждений. Идея квантификации предиката была выражена уже в логике Пор-Ройяля, у Лейбница в его „Fundamenta Calculi kacionatoris. (Основания ведения исчисления умозаключений) и у Плукэ. Как исходный пункт логического анализа операция квантификации предиката была применена Ламбертом, а вслед за ним (и по-видимому независимо от него) английским ботаником Дж. Бентамом и У. Гамильтоном в целях обобщения аристотелевой силлогистики, в которой квантифицировался лишь субъект суждения. Идея квантификации предиката состояла в том, чтобы истолковать суждения как нечто аналогичное равенствам и тем самым сделать возможным операции с ними по правилам, напоминающим приемы элементарной алгебры.

[9] G. Ploucquet. Expositiones philosophiae theoreticae. Stuttgart, 1782.

своему логическому смыслу не отличается от следующего примера, также приводимого в текстах Плукэ. Речь идет о высказывании: «некоторые люди суть математики». Разумеется, с точки зрения «матерки», термин «математики» взят здесь в полном объеме, так как все математики суть люди. Однако с точки зрения формы рассматриваемое высказывание следует понимать так: «некоторые люди суть некоторые математики». При анализе такого рода примеров у Плукэ заметно далеко идущее отвлечение логической формы от логического содержания, свидетельствующее о весьма глубоком уровне абстракции у Плукэ и о довольно тонком понимании им природы формально-логических аспектов в реальных высказываниях.

Исходя из концепции квантификации предиката, Плукэ предлагает новое понимание отношения объемов субъекта и предиката истинного суждения. Он полагает, что во всяком истинном суждении объем субъекта должен равняться объему предиката. В отличие от господствовавшего до него в формальной логике взгляда, согласно которому отношения между объемами субъекта и предиката в истинных суждениях *A, B*, C, *D*, бывают различными (объем субъекта может включаться в объем предиката, и, наоборот, объем предиката может включаться в объем субъекта, могут быть и другие случаи отношения между их объемами), Плукэ заявляет, что во всех истинных суждениях, как в утвердительных, так и в отрицательных, как в общих, так и в частных, обязательно должна иметь место точная адекватность объема субъекта объему предиката.

Плукэ символизирует общие термины заглавными буквами, частные–строчными буквами, отношение несовместимости передает знаком Z. Знаком «тире» он чаще всего передает отношение тождества (равенства по объему). Например, высказывание «всякая добродетель достойна похвалы «выглядит в символике немецкого логика следующим

образом: *υ–l* (в дальнейшем Плукэ пишет иногда просто *υl*). Высказывание «любой порок не заслуживает похвалы» он записывает: *υZL*.

Заметим специально, что в своей классификации высказываний по количеству Плукэ трактует общие и индивидуальные высказывания так, как если бы они были равносильными (эквивалентными). По его мнению, и в единичном высказывании субъект берется в полном объеме, только, этот его объем сводится в точности к одному предмету Однако с точки зрения логической формы, – разъясняет он, – не имеет большого значения, для скольких предметов (нескольких либо только одного) имеет силу содержание фиксированного концепта.

Умозаключение Barvara «всякая материя имеет вес; воздух–материя; следовательно, воздух имеет вес»–в символике Плукэ записывается следующим образом (ж–термин" материя; *g*–вес; Л–воздух):

$$\begin{array}{l} M - g \\ \underline{A - M} \\ A - \ g \end{array}$$

В качестве примера работы метода Плукэ[10], приведем решение им логической задачи, предложенной Ламбертом в «Дианойологии» (§ 311 его «Нового Орнанона»). Условие: задала следующая система посылок (est означает есть; et– и; aut–либо; neque–ни; ergo–следовательно; поп–нет; sed–но):

1 *A* est *G* et *H* et aut У aut/C;

[10] Именно разбор этого примера и позволит вскрыть место, занимаемое Плукэ в ряду пионеров теории решения логических уравнений. По-видимому, его роль сопоставима с той, которую сыграл в разработке теории логических уравнений Ламберт. Можно даже сказать, что соответствующие методы Плукэ стоят несколько ближе к методам Лейбница, чем приемы Ламберта.

2 *G* est aut *L* aut *M;*
3 *H* est aut *N* aut *P*:
4 *J* est aut Q aut *R;*
5 *A* est neque *L* neque *N*.

Требуется исключить из системы соотношений (1–5) термины *G, H, J, L, N, Q,* и *R*, выразив термин *A* лишь в терминах M, P и K. Это, как мы видим, типичная задача элиминации (исключения)[11], в которой требуется „расшифровать" / в представлении:

$$A = f(M, P, K).$$

Решение Ламберта таково (шаги 6–12):

6 Ergo *A* est *M* et *P*;
7 *M* non est *Q*;
8 *P* non est *R*;
9 Ergo *A* est neque *Q* neque *R* = *A* non est *J*, sed *K*;
10 Ergo *A* est *M* et *P* et *K*;
11 *M* et *P* et *K* est *B*;
12 Ergo *A* est *B*.

Решение той же задачи у Плукэ представлено цепочкой следующих выражений (1 – 14):

1 *Agh;*
2 *Ai – Aк;*
3 *gl – gm;*
4 *hn – hp;*
5 *iq – ir;*
6 *AZL"*
7 *AZN;*

---

1 *Agh;*

---

[11] Под задачей элиминации в алгебре логики обычно понимают следующее: задано некоторое соотношение между классами A, B, C,...; требуется найти зависимость между такими-то (только) классами на основании сведений, включающих помимо этих также и другие классы

2 *At – Aк;*
8 *gm;*
9 *np;*
5 *tq – ir;*
10 *mZQ*;
11 *MZR;*
12 *Aghnmp;*
13 *Kmp – b*
14 *Ab.*

Результат *Ab* совпадает с ламбертовым результатом. Как видно из 1 – 14, Плукэ квантифицирует предикат. Перевод решения Плукэ на язык исчисления предикатов в принципе не представляет трудностей. Приемы Плукэ являются вполне корректными, хотя и выглядит значительно сложнее современных[12].

Пропагандой логического исчисления Плукэ интенсивно занимался профессор математики в Ринтельне Томас Абт (1738–1766), который в своих работах стремится к предельно популярному изложению философских и логических теорий. Интересна характеристика, данная им дискуссии между Плукэ и Ламбертом по проблеме символизации общеутвердительного суждения. «Если Ламберт считал предикат родовым понятием для субъекта (общеутвердительного) суждения, то Плукэ, напротив, полагал, что смысл последнего сводится к утверждению о том, что каждое *A* принадлежит к определенному *B,* где *B* является родовым понятием, ко получает свое значение от субъекта.

[12] Это обстоятельство подтверждает одну из эмпирических закономерностей в истории научных методов, которая гласит; что изложение результатов их первооткрывателями, как правило, выглядит весьма громоздким и даже в какой-то мере неуклюжим (в качестве весьма редкого исключения можно указать па символику Лейбница, относящуюся к дифференциальному и интегральному исчислениям).

В этом вопросе Плукэ стоял ближе к Лейбницу, чем Ламберт. Другими словами, тезис «*A* est *B*» выглядит в работах Плукэ в форме

$$A \vee B = B,$$

где левая часть равенства есть субъект, а правая – предикат. Ламберт же склонен интергретировать то же суждение в виде равенства

$$A = \upsilon \cdot B,$$

где «*A*»–субъект, а «$\upsilon \cdot B$» – предикат»[13]. С кашей точки зрения, различие трактовок Пукэ и Ламберта носит, в сущности, лишь языковой характер и вряд ли может считаться достаточным, поводом для возникновения дискуссии (как это неоправданно казалось Абту).

Вне сферы логических уравнений Плукэ интересовался также проблемой метода, хотя и трактовал ее довольно традиционно. Целью метода, по его мнению, является познание истины, которая доказывается соответствием мысли с познаваемой действительностью (итак, принимается аристотелевый истинностный критерий). В разделе о методе у него дается весьма любопытное учение об абстракции (сюда входит и вопрос о роде, виде и видообразующем отличии – differentia specifica), теория понятия и определения.

Интересно отметить, что подобно Лейбницу и братьям Я. и И.Бернулли Плукэ не рассматривал обратных операций в логике (он не затрагивал операций логического деления и логического вычитания), вероятно, быть может, по той причине, что не видел способа решить возникающие при этом трудности. Исключая такого рода проблематику, а также фактически вводя в исчисление функтор М.Х.Шеффера (то есть отрицание не разделительной

---

[13] Н.И.Стяжкин. Становление идей математической логики. М., 1964, стр. 113.

дизъюнкции), он сделал определенный шаг от логики Лейбница в сторону подготовки современных логических формализмов.

В своих трудах Плукэ касался также проблематики, связанной с изучением логических знаков, синтеза, анализа, доказательства, ошибок в доказательствах, математического метода, понятия вероятности и правдоподобных выводов. В заключительной части своей системы логики Плукэ предлагает вниманию читателей „логические правила, полезные при исследовании и доказательстве", дает многочисленные советы преподавателям и учащимся и формулирует указания об обязанностях диспутантов. Формулировка этих указаний, по-видимому, навеяна Плуке средневековыми логическими трактатами на тему „De abliga$_L$orus" (Об обязанностях), этой своеобразной логики диспутирования. Для образца приведем некоторые из его советов. Он рекомендует не слишком полагаться па авторитеты и не поддаваться ни чувству ненависти, ни чувству любви к своим оппонентам, но неизменно сохранять спокойствие духа и ясность мышления. Плукэ советует ориентироваться и исходить из точного учета способностей учеников. Он рекомендует, в частности, при изложении проб, ем, трудных для понимания, их повторное изложение в других терминах (по сравнению с первым изложением). Это будет не тавтология, но такой прием преподавания, при котором то, что кажется слушателю несколько неясным, становится для него более ясным благодаря рассмотрению в различных (но безусловно эквивалентных по смыслу) словесных выражениях.

Современники Пукэ встретили его исследования в области логики без особого интереса. В связи с этим показательна с позиций идеалистической диалектики отрицательная оценка Гегелем логического исчисления Плукэ: «Это исчисление основано на том, что и суждении абстрагируют

от различия отношений, то есть различия между единичностью, особенностью и всеобщностью, и фиксируют абстрактное тождество субъекта и предиката, в силу чего между ними устанавливается математическое равенство, которое превращает процесс умозаключения в совершенно бессодержательное н тавтологическое образование предложений»[14]. Основной вклад Плукэ в алгебру и логику заключается в том, что он начал процесс реконструирования лейбницевских идей о логическом исчислении.

Серьезное внимание па логическое значение научного наследия Плукэ из философов нового времени впервые обратил Бешю Эрдманн, давший обстоятельный (хотя и не вполне удовлетворительный с современной точки зрения) анализ логических идей одного из пионеров математической логики[15].

[14] Г.В.Гегель. Сочинение, т. IV. М., 1939, 132–133.
[15] B. E. Erdmann. Logik, 1, 1, Auff.; 1892. 2 Auff. 1907.

СОДЕРЖАНИЕ

Г. Б. Абдуллаев, Д.Т.Ахмедли. Диалектический материализм–методологическая основа современной науки……3

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТОДОЛОГИИ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

З.М.Оруджев. Научная теория как система категорий. Равитие теории……29
М.Д.Ахундов, Р.Р.Абдуллаев. Роль относительности к системам абстрагирования в процессе познания……..79
Ф.М.Эфендиев. Процессы обобщения в развитии знаний……101
И.М.Мамедов. Синтез знаний и развитие науки……117
А.С.Кравец. Типология вероятности и проблема их объективности...139

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИЧЕСКОГО И ХИМИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

Р.О.Курбанов. Ф.М.Эфендиев Микологический анализ проблемы движения и взаимодействуя (древнегреческая философия)…….164
В.В.Танаков, Н.И.Степанов. Древнегреческая философия и физика микромира ……194
Дж.Т.Ахмедли, Ф.М.Эфендиев. К методологическим основам развития представлений о движении……...217
Г.Г.Кулиев. Проблемы к тенденции современного атомизма…….....222
Р.О.Курбанов. Развитии категории взаимодействия в физическом познании……... 240
М.Д.Ахундов. Статус пространства и времени в физике микромира…….257
Л.А.Бух. К вопросу о понятии элементарного объекта физической теории……287
З.Г.Алибеков. Проблема направления времени……305
Э.Б.Иманова. Системно-структурный подход и проблема структурных уровней в химии…….330

НЕКОТОРЫЕ ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ МАТЕМАТИКИ

М.С.Акперов. К вопросу о предмете и объекту современной……..344 математики.
Л.Б.Баженов, Н.Н.Нуцубидзе. К вопросу о роли математики в развитии науки…….. 361
С.М.Талышлы. К оценке логического наследия Готт Плукэ……392

DİALEKTİKA VƏ ELMİN İNKİŞAFININ
METODOLOJİ PROBLEMLƏRİ

(Rus dilində)

Редактор издательства *В. Ловецкая*
Художественный редактор *Ф. Сафаров*
Технический редактор *Т. Агаев*
Корректор *Л. Касим-заде*

Сдано в набор 13/1.1976 г. Подписано к печати 27/IX.1970 г. Формат бумаги 60x90[1] /16 бум. лист. 8,63. Печ. лист. 17,25. Уч.-изд. лист, 18,7. ФГ 17374. Заказ 5. Тираж 1000 Цена 1 руб. 60 коп.

Издательство «Элм». 370073. Баку–73, проспект Нариманова, 2 . Академгородок, Главное, здание. Типография «Красный Восток» Государственного комитета Совета Министерство Азербайджанской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Баку, ул. Ази Асланова, 80