

25

TALLINNA POLÜTEHNILISE
INSTITUUDI TOIMETISED

ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

СЕРИЯ Б

№ 25

X 111
ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED
ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
СЕРИЯ Б № 25 1968

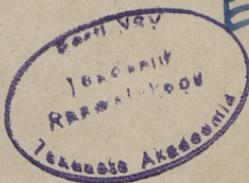
ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

17708.93



ТАЛЛИН 1968

Ep. 8677



A circular blue ink stamp with the text "Suomen Kirjallisuuden Seura" at the top, "Jäsenkirje" in the middle, and "Suomen Akademi" at the bottom.

Э. И. Черкасова

О НЕКОТОРЫХ ОБЩИХ ВОПРОСАХ ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ В ИХ ДИАЛЕКТИКО- МАТЕРИАЛИСТИЧЕСКОМ ИСТОЛКОВАНИИ

Современная наука, исследующая свойства материи, подтверждает положения марксистской философии о качественно специфичных материальных «узлах». Элементарные частицы, ядра, атомы, молекулы, макротела, звезды, галактики — выступают основными структурными формами материи, представляющими человеку микро- и мегамир.

В существующем мире материального различают, прежде всего, вещество и поле — самые общие и наиболее известные формы материи. Углубляясь в изучение вещества и выявляя его конкретные виды, мы приходим к элементарным частицам и полям, — основным, относительно простым, материальным образованиям, порождающим различные по качеству и степени сложности структурные состояния материи. Элементарные частицы и поля — это две огромные области материальных образований со своими особенностями и законами существования.

Проведенный анализ данных материальных форм как атомистических образований¹ показал, что им присущи такие общие свойства как простота и сложность, делимость и неделимость, абсолютность и относительность, многокачественность, структурность и др. Атомистические образования как движущиеся материальные образования проявляют свое бытие в прерывных и непрерывных формах, качественном многообразии взаимодействий, своеобразии иерархичности и т. д. Используя категории элементов и структуры, выявим особенности проявления общих свойств в мире элементарных частиц и проанализируем те стороны, по которым происходит классификация частиц. Последнее, как и теорети-

¹ Э. И. Черкасова. К вопросу об общих свойствах атомистических образований. Вестник ЛГУ, 1964, № 17, вып. 3.

ческое истолкование имеющихся в физике учений микрочастиц, необходимо в целях создания единой теории микроробъектов.

Что же характерно для элементарных частиц?

По собственной массе частиц, отличной от нуля, и возрастаню ее располагают частицы по группам: лептоны, мезоны и барионы. Обладание зарядом разделяет все частицы на заряженные и нейтральные. С понятием спина связано поведение данной частицы в системе тождественных частиц, которое описывается определенного типа статистикой. Со спином связан магнитный момент, противоположная направленность которого разделяет элементарные объекты на частицы и античастицы. При изучении средних и тяжелых частиц возникла необходимость в характеристике степени их стабильности или в времени жизни. Очевидно, стабильность частицы обусловлена специфичностью ее связей с полями, их величиной. Характеристика частиц в их временном существовании особенно важна там, где кончается область стабильности и обретает значение вероятность распада. И потому второй стороной жизни частиц является определение основных процессов распада. Исследуя картину переходов, можно заметить общую направленность распадов — к нуклонам и лептонам. Протоны, нейтроны, электроны представляются некоторого рода фундаментальными частицами, — им более, чем остальным, присуща тенденция устойчивости. Возможно, что протоны и нейтроны (как структурные единицы ядер) вместе с электронами представляют «вещественную» часть материи, а π -мезоны и фотоны устанавливают взаимосвязь и осуществляют взаимодействия между ними. Заметим, что функции такой относительной «фундаментальности» выполняют как будто фермионы, а связи — бозоны.

Густо расположенные уровни на картине распадов образуют группы, или семейства частиц. Близость масс, тождество спинов, одинаковый в основном характер взаимодействий и др. позволяет предположить, что внутри групп и между ними действует некоторая закономерность. Для характеристики родства частиц данного семейства и служит понятие изотопического спина. Полный изоспин характеризует данный мультиплет, его «проекции» — отдельные члены семейства, зарядовость которых следует через единицу, а массы близки к некоторой средней величине. Выявить порядок распределения частиц по мультиплетам предложили Гелл-Манн и Нишиджима, введя новое квантовое число — «странность». Оно указывает на поведение частицы в процессе взаимодействия.

Различие в массах членов данной группы приводит к рассмотрению разного типа взаимодействий: сильного, электромагнитного и слабого.

Что характерно для другой основной формы материи — поля?

Виды взаимодействия и сравнительная количественная оценка их явились основой для качественного различения полей. Установлено разделение на сильно взаимодействующие, средние электромагнитные, слабые или «распадные», и гравитационные.

Поля, как и частицы, находятся во взаимосвязях и способны при определенных условиях превращаться в другие виды. Электромагнитное поле может превратиться в вещество и обратно. В искривлении световых лучей в поле тяготеющих масс проявляется связь электромагнитного и гравитационного полей. Ядерное поле представляет целый комплекс различных полей: мезонного, нуклонного, электронно-позитронного, нейтринного и др., которые сложно и многообразно взаимодействуют.

Основной формой движения поля является волновое движение, природа и характер которого отличны от волнового движения в сплошных средах. У поля нет определенной формы, в заполняемой области оно располагается непрерывно, благодаря чему выявить границы области невозможно. Однако трудности обнаружения границы не означают отсутствие последней. Данное поле, если оно конкретно, — локализовано и, безусловно, конечно. В противоположность веществу поле есть материальная система с бесконечно большим числом степеней свободы; последнее обуславливает высокую активность поля в сравнении с веществом.

Частицы полагают более сложной формой материи, поскольку не всякому состоянию поля можно их сопоставить. Значит, частицы как кванты полей определяют их своеобразное, возбужденное состояние. Тогда должно существовать и другое, — состояние без частиц, являющееся невозбужденным, основным для поля. Последнее и являет собою «физический вакуум», — особое состояние поля, собственное значение энергии которого имеет абсолютный минимум. Разным частицам — квантам полей — возможно, соответствуют и разные виды вакуума. Существуют вакуумы электронно-позитронного, электромагнитного, мезонного и др. полей, которые должны обладать определенными физическими свойствами. Последние проявляются в некоторых явлениях, обусловленных взаимодействием частиц с вакуумом. Наличие частиц и наличие поля без частиц показывает, что возможны различные состояния поля. Последнее не сводимо

к частицам и существует как самостоятельная качественно специфичная форма материи. Тогда вакуум, действительно, можно представить системой с неограниченным числом виртуальных частиц или своеобразным резервуаром, откуда «извлекаются» реальные частицы и куда они переходят в результате аннигиляции.

Характеризуя поле, мы не могли обойтись без понятия частицы. В чем же заключается общность этих двух форм?

Как материальные образования, поле и элементарные частицы обладают общими свойствами. И тому, и другому присущи масса, энергия, импульс, момент количества движения. Посредством соотношения $E = mc^2$ осуществляется взаимосвязь энергии и массы; при всех взаимодействиях полей и частиц выполняется закон сохранения и превращения энергии, а также закон сохранения массы, импульса, момента количества движения и др.

Картина общих (с полем) и специфичных свойств частиц преобразилась с открытием волновых свойств у микрообъектов и корпускулярных — у полей. Квантовая механика пришла к синтезу корпускулярного и волнового, представив элементарную частицу носителем этой двойственной, но двуединой сущности. Идея единства корпускулярно-волновых свойств получила более глубокое утверждение в квантовой теории поля. Понятия частицы и поля слились в единое понятие квантованного поля, противопоставляясь своими конкретными формами проявления прерывного и непрерывного. Элементарные частицы порождают поля, которые, в свою очередь, проявляют корпускулярные свойства, выступая «квантами» полей. Каждая из частиц взаимодействует с каждой через систему полей, окружающих частицы и все материальные образования, прямо или косвенно относящиеся к микрообъекту. С другой стороны, взаимодействие полей осуществляется посредством «своих» квантов, как бы передающих действие одних дискретных объектов другим. Так нуклоны, взаимодействуя через кванты ядерного поля, какими являются нейтральные и заряженные π -мезоны, обмениваются ими, испуская и поглощая виртуальные частицы. Подобный обмен виртуальными фотонами происходит при взаимодействии посредством электромагнитного поля.

Таким образом, поле и элементарные частицы не только неразрывны, но и взаимно определяют друг друга в своем единстве: частицы, образуя поля, осуществляют самый механизм взаимодействия (и обратно). Поля и частицы могут выступать и как основные материальные образования, и как средства их взаимосвязи. Все микрочастицы обладают одно-

временно свойствами дискретности и непрерывности. Как целостные материальные образования, они — частицы и при взаимодействиях оставляют на экране вполне «ощутимый», локализованный след; как волны — они, падая на кристалл, дифрагируют и интерферируют.

* * *

Как «квант», «атом поля» — элементарная частица представляет единство корпускулярного и волнового, выражая тем свою противоречивую природу. Не согласны, однако, с такой точкой зрения многие физики и философы за рубежом: В. Мюхерджи, М. Борн, Э. Шредингер, А. Венцл² и др.

Многообразие рассмотренных свойств, непосредственно относящихся к элементарной частице, составляет набор качественно-количественных характеристик ее. Каждое из свойств характеризует частицу с определенной стороны.

Масса, одно из важнейших свойств частицы, определяет значение ее собственной энергии. Спин указывает на характер собственного поведения частицы и определяет специфику ее движения. Магнитный момент (вместе с другими свойствами) уточняет поведение частицы в смысле направленности проявления свойств или сопровождающих их процессов. Наличие заряда определяет отношение частицы к полю, эффективность их связи; стабильность или время жизни указывает продолжительность данного конкретного состояния частицы. Вид взаимодействия, в котором участвует частица, в известной мере обуславливает данные возможные пути превращений в другие материальные образования и т. д.

Качественные характеристики частицы непременно сопровождаются количественными значениями массы, спина, стабильности состояния, заряда и т. д. Численное выражение массы определяет место данной частицы среди других, значение спина — вид статистики и волновой функции, порядок константы взаимодействия — степень связи частиц с полями и др.

Среди свойств элементарной частицы как дискретного образования выделим главные свойства. Частица может быть заряженной или незаряженной, легкой или тяжелой, долгоживущей или распадающейся, — но непременно она должна обладать массой. Так как любое материальное не может существовать иначе, как только в движении, то основным свой-

² V. Mukherji. Notes on the philosophy of modern physics. «Modern review», Calcutta, 1962, febr., p. 126; E. Schrödinger. What is matter? «Scientific American», N-Y, 1953, Vol. 189, N 3, p.p. 53—57; E. Hunger. Von Demokrit bis Heisenberg. Braunschweig, 1958. S. 7 u.a.

ством элементарных частиц должна являться масса движущихся материальных образований. Самые легкие, фотоны и нейтрино, массы которых не равны нулю лишь в движении, подтверждают абсолютность последнего и являются идеальным случаем существования материального или его свойств только в движущемся состоянии. Главное свойство противостоит свойствам, которые зависят от него, непосредственно связаны с массой, — спин, статистика, магнитный момент. Эти свойства описывают, видимо, движение самого микрообъекта и движение его среди других.

Свойства, образующие другую совокупность, каковыми являются зарядовость, время жизни, распадность, виды взаимодействий, изотопический спин и «странность», не всегда обнаруживая свои связи с массой, отражают в целом иные стороны поведения частиц. Приобретение частицей заряда расширяет круг ее качественно новых свойств, но не делает ее зависимым от массы; силы, осуществляющие взаимодействия в ядре, не зависят от того, являются ли нуклоны носителями заряда, и т. д. Несмотря на странные взаимозависимости и связи, которые далеко еще не изучены, свойства выражают взаимоотношение частицы с окружением частиц (полями). Время жизни, характеризуя длительность данного состояния, отражает в то же время скорость смены качественных состояний частицы. Изотопический спин и «странность», отнесенные к тяжелым частицам, связаны с процессами их взаимопревращений, рождения и распада.

Нетрудно заметить, что в массе и группе свойств, связанных с нею, находит отражение тенденция устойчивости, сохранения состояния частицы (имеем в виду динамическую устойчивость) как целого. Вторая совокупность свойств отражает момент изменчивости³ качественного состояния частицы. Возможно, некоторые характеристики элементарных частиц, отражающие в своей количественной стороне моменты поведения собственно микрообъекта и моменты поведения его по отношению к другим частицам, содержат соответственно выражения дискретного и непрерывного аспектов.

Таким образом, свойства, характеризующие элементарные частицы, можно разделить на такие, которые резче отражают сторону устойчивости поведения частицы как дискретного образования, и такие, которым более присуще отражение момента изменчивости.

Если свойства микрообъекта принять за элементы, то характер, способ их определенных связей образуют струк-

³ В. И. Свидерский. Противоречивость движения и ее проявления. Изд. ЛГУ, 1959.

туру⁴, которая в случае рассмотрения элементарной частицы предстает двумя системами структурных отношений. Благодаря специфичности элементов, их двойственной природе эти системы фактически сливаются в одну, диалектически противопоставляясь результатам целостности своих структур, одна из которых выражает волновой аспект микрообъекта, другая — корпускулярный. Качественность частицы представляется результатом целостности сложного комплекса связей, которые способны проявиться в одном случае как волновые (при создании внешних условий, вызывающих явление интерференции, дифракции), в другом — как корпускулярные. В некоторых же случаях (опыты со световыми пучками слабой интенсивности) существование дискретно-волновых свойств может наблюдаться и одновременно, уступая однако в четкости проявления той и другой картины.

Элементарные частицы являются одним из звеньев иерархической лестницы дискретных форм. Имеет ли место иерархичность (или подобие ее) внутри класса микрочастиц? Или здесь все одинаково «просты»?

Включая в известное число частиц и резонансы, Чу, Гелл-Манн, Нейман выделяют так называемые супермультиплеты⁴ так, что частицы с разной массой покоя в каждой группе могут рассматриваться как различные возбужденные состояния одной и той же системы. Спектр масс частиц имеет близкую аналогию со спектром энергетических состояний атома. С такой точкой зрения частицу можно считать и простой, и сложной.

Известные виды полей и различные физические состояния поля также обнаруживают различную сложность. Ядерное поле как сложный комплекс полей включает собственно поля нуклонов и мезонов, поля взаимодействующих с данным ядром частиц, различные поля вакуумов и др. Разные состояния поля в его связях с частицами позволяют установить, что вакуум и возбужденное состояние поля, порождающее частицы, — разные по сложности качественные уровни «полевой» субстанции. Состояние поля без частиц, обладающее специфичными свойствами физического вакуума, относительно просто в сравнении с другим его состоянием, которому соответствуют кванты поля.

Изучить структуру — значит познать характер связей элементов целого. Тогда структуру частицы можно представить некоторого рода совокупностью внутренних связей, ко-

⁴ В. И. Свидерский. О диалектике элементов и структуры. М. Соцэкгиз, 1962, гл. 1.

торая проявляется через комплекс свойств, взаимодействий с полями и воспринятых как внешнее⁵.

Особенности существования частиц, которые неизменно связаны с полями, раскрывают специфичность рассмотрения их структуры. Собственные поля, окружающие частицы и поля частиц, взаимодействующих с первыми, не позволяют отделить частицу от всех, сделать ее «чистой», «голой». В образе данной частицы есть и доля от образов других, с которыми осуществляется взаимодействие.

Структура каждой частицы существует благодаря связям ее с другими частицами. В этом смысле выделить особые элементарные образования, которые были бы проще других, совершенно невозможно. Все одинаково фундаментальны и нет такой структуры — эталона, с которой могли бы сравниться все остальные. Поэтому в основе всех элементарных частиц не может лежать ни одна из известных. Предлагают различать простые и сложные частицы по числу связей и взаимодействий, по массе, энергии и проч. Однако любой критерий «простоты» обладает уязвимостью.

Проблема сложности или структурности частиц совершенно не укладывается в современную квантовую теорию поля. Уже в определении частиц как квантов возбужденных полей содержится идея бесструктурности. Квантованные поля, замечает академик Иоффе, не содержат в себе понятий структуры; нарождающиеся частицы как кванты все одинаковы. Построение же теории элементарных частиц на основе их протяженности противоречит теории относительности, требующей точечности объектов.

М. А. Марковым, Д. И. Блохинцевым и др. была предпринята попытка построения теории протяженных частиц. Чтобы избежать противоречий с теорией относительности, был введен форм-фактор, характеризовавший конечные размеры частиц. Форм-фактор, задаваемый математически, может изменяться или оставаться неизменным под действием внешних сил. Несмотря на то, что идея форм-факторов отвечает требованиям действительности, методологически уязвимой стороной такого учения является молчаливо допускаемая однотипность природы целого и частей. И снова, но только на современном уровне знания, всплывает старая проблема делимости. В связи с этим, заслуживает внимания теоретический анализ модели релятивистской «жидкой» капли, заряженного «облака» и др.

* * *

⁵ Здесь и далее под «структурой» подразумеваем «материализованную структуру».

Рассмотрев важнейшие свойства микрочастиц, выясним теоретически, какое значение имеют они в процессе создания современных классификаций и теорий элементарных частиц.

Обилие и разнохарактерность свойств частицы делают невозможным какое бы то ни было сведение их к одному из свойств. Каждое, отражая отдельную сторону, не является основным, внутренним для всех частиц. Характеристика по массе необходима, но она — лишь первое приближение к различению частиц и не удовлетворяет своей общностью. К тому же, нулевой массой обладают и фотоны и нейтрино. Разбиение частиц на заряженные и нейтральные означает систематизацию по другому качественному признаку, но тоже недостаточно определенному: одинаковым зарядом обладают целые группы частиц. Спин и виды статистики принесли новые качественные черты в классификацию, но фермионы и бозоны внутри своих классов все же не различаются. Улучшением классификации частиц занимались многие специалисты, — в результате появлялись «надстройки», вводились новые понятия, функции, усиливались и ослаблялись различные факторы, упрощались одни, но зато усложнялись другие стороны.

Теоретическое обоснование систематики Гелл-Манна и Нишиджимы дали д'Эспанья и Прентки, вводя трехмерное изопространство, где свойства, связанные с изоспином, подвергались изменению. В некоторых попытках (Салам, Полкингхорн) на смену трехмерности пространства пришла четырехмерность.

Наиболее широко обсуждаются попытки систематизации гиперонов и мезонов. В работах К. Оно гиперон рассматривается как система с огромным числом степеней свободы, становясь некоторым подобием компаунд-ядра. Пайс пытается придать понятию изоспина новые черты с помощью нового вектора, обладающего свойствами орбитального момента количества движения и существующего в формальном ω -пространстве. Гольдгабер, развивая идею Гелл-Манна, представил гипероны системами, состоящими из нуклонов и К-мезонов. Представление о гиперонах как возбужденных состояниях нуклонов развивает советский физик-теоретик М. А. Марков и др. Идею поддерживает Саката, представляя распределение гиперонов и мезонов по дублетам, в связи с чем отдельные частицы оказываются в одной группе.

Схемы классификаций не окончательны, но во всех приступах стремление отразить динамическую картину существования частиц. Поскольку экспериментальные и теоре-

тические исследования, известные науке, недостаточны для однозначной классификации — различные систематики развивают идеи, которые лучше или хуже согласуются с релятивистскими принципами и особенностями внутренних свойств частиц⁶.

Некоторые связи между отдельными свойствами частиц были установлены наукой (взаимоотношение масс частиц и времени их жизни; связи изоспина, «странности» и заряда частиц и др.), но они фрагментарны, объединяют отдельные группы частиц и не отражают их внутренней общности. Если элементарная частица как качественное образование является результатом целостности структурных связей своих элементов, то в настоящее время еще не ясны общие принципы этих связей, как неизвестны и многие элементы (свойства частиц) и их конкретные взаимоотношения.

Одним из важных свойств являются типы взаимодействий, осуществляемые частицами. Интересно заметить, что в основных видах взаимодействия роль квантов играют бозоны. Возможно, и здесь, выполняя различную роль в строении материи, частицы обнаруживают большую или меньшую способность к передаче взаимодействия. Фермионы проявляют относительно большую стабильность, из них преимущественно и состоит вещество. Бозоны более подвижны, они осуществляют связи во взаимодействиях. Характерно, что ядерные и электромагнитные взаимодействия осуществляются между фермионами и бозонами, слабые же связывают только фермионы. Возможно, особенности полей таковы, что во взаимодействиях разного (фермиона и бозона) сильнее проступают противоположные стороны, чем сходственные. В слабых взаимодействиях, возможно, преимущественно последнее.

Следует заметить, что частицы в интервале масс от фотона до μ -мезона в большинстве своем участвуют во взаимодействиях, выполняя определенную роль: фотоны осуществляют связи между всеми заряженными частицами, μ -мезоны — между ядерными, нейтрино — между тяжелыми. Очевидно, гравитоны связывают все частицы. Неясна роль μ -мезонов, которые подобны тяжелым электронам.

Значит, классификация частиц по видам взаимодействия выявляет многие важные стороны взаимоотношения частиц разных групп, разделенных по массе, спину, заряду. Клас-

⁶ Д. Д. Иваненко и А. Старцев. Классификация элементарных частиц. «Успехи физических наук», 1960, том 72, выпуск IV; С. Ф. Поуэлл. Возбужденные нуклоны. Там же, 1954, том. 53, выпуск IV.

сификация ценна тем, что основывается на самом важном, пронизывающем все частицы — их изменчивости, взаимопревращаемости.

Взаимопревращение элементарных объектов⁷, свойственное исключительно всем видам частиц, является действительно их общим свойством. Элементарная частица как одна из конкретных материальных форм существует только в движении, вечно изменяясь и превращаясь в другие конкретные формы. Многообразие превращений препятствует, однако, сделать это свойство основным принципом классификации частиц. В настоящее время среди классификаций и теорий элементарных частиц нет ни одной, которая удовлетворяла бы всем требованиям жизни и взаимодействия микрообъектов.

Наибольший интерес в настоящее время представляют теории, развиваемые М. Борном, Инфельдом, М. де-Бройлем, В. Гейзенбергом. Большие надежды физики—теоретики связывают с учением полюсов Редже для сильно взаимодействующих частиц. На анализе важнейших положений этих теорий мы и остановимся.

Прежде всего отметим, — рассмотренные выше классификации представляют в основном систематизации частиц эмпирического или полуэмпирического порядка. Несмотря на некоторые успехи в упорядочивании частиц, наука не может довольствоваться одной систематизацией или констатацией фактов, которые предлагает природа. Науку интересуют общие закономерности, присущие всем частицам, то есть внутренние связи, объясняющие их превращения, взаимодействия, те или иные характеристики. Науку интересует, какова природа масс частиц, зарядов, их ограниченной возможности значений (0, -1 , $+1$), специфики взаимодействий и связи их видов, «самые» легкие и «самые» тяжелые частицы и многое другое. Подобные вопросы вправе решать теория элементарных частиц, которая к настоящему времени лишь намечает свои контуры и отнюдь не отличается однозначностью исходных принципов и направлением развития.

Принципиальными трудностями при построении теории является невозможность слить квантовую теорию поля с теорией относительности. Введение структуры частиц не по-

⁷ М. Э. Омеляновский. Квантовая физика и превращаемость элементарных частиц. Сб. Философские проблемы физики элементарных частиц. М., 1963; Ф. Л. Шапиро. Медленные нейтроны. Физическая энциклопедия, М. 1963, и др.

зволяет квантовой теории стать релятивистски инвариантной, поскольку последнее справедливо для непротяженных частиц. Квантовое же поле содержит в себе идею бесструктурности частиц, которая не может быть принята современной наукой. Ю. В. Новожилов полагает, что главные трудности теории заключаются в проблеме взаимодействия; Д. И. Блохинцев — в слабой эффективности математического аппарата современной теории, основанной на понятии частицы; М. А. Марков — в употреблении аппарата совершенным образом⁸.

Попытки создания единой теории элементарных частиц, или единой теории материи, в разные периоды истории опирались на различные тенденции единой трактовки явлений: механической, электромагнитной, атомистической. Все они базировались на разном, но одностороннем понимании строения материи, — на дискретном либо на непрерывном⁹. Поэтому построить сколько-нибудь стройную теорию материи не удалось. Развитие квантовой теории волновых полей связало основные качественные формы материи, — поле и частицу. Однако исходные принципы построения единой теории еще долго оставались чисто полевые, либо «потенциально» полевые. Сторонники единой теории поля полагали непрерывный аспект материи основной, непременно существующей. Частицы же как квантовые эффекты поля не являлись самостоятельными, существовали не всегда и характеризовали неоднородности в строении материи. Положения, высказываемые в 1950—1951 г. г. Я. И. Френкелем, Д. И. Блохинцевым и др., приводили к выводам о качественной неразличенности поля и частиц, о сводимости частиц к полю как основной субстанции. Дальнейшее развитие квантовой теории показало несостоятельность такой узкой, оторванной от корпускул, непрерывной, «полевой» тенденции. Развитие, к тому же, теории относительности указывало на недопустимость отрыва движения от материи.

В попытках преодоления трудностей, стоящих перед созданием единой классификации элементарных частиц, рождались новые теории: дисперсионных соотношений (Боголюбов, Гольдбергер), нелокальных полей (Марков, Бло-

⁸ Ю. В. Новожилов. Элементарные частицы. М-Л 1963, стр. 203; Д. И. Блохинцев. Нелокальные и нелинейные теории поля. «Успехи физических наук», 1957, т. 61, вып. 2; М. А. Марков. Гипероны и К-мезоны. М, 1958, стр. 178—179.

⁹ В. Т. Салосин. О двух подходах к созданию единой физической теории строения материи. Сб. Некоторые философские вопросы современного естествознания. Изд. Саратовского университета, 1959.

хинцев, Пайерлс), разрабатывались методы квазичастиц (Ландау, Френкель, Лившиц), квантования пространства и времени и др. В стремлении превратить бесконечные значения масс, электронных и мезонных зарядов в конечные возникло большое число предварительных «обрезающих» процедур. Среди них был и метод нелинейного обобщения полей, предложенный впервые М. Борном и Л. Инфельдом для случая классической электродинамики.

В отличие от линейных систем, основные параметры которых не зависят от происходящих в них процессов, в нелинейных системах изменения одних величин вызывают непропорциональные изменения других. Такие параметры, описывающие поле и его производные, зависят от собственных состояний системы, то-есть способны к самодвижению, или самовоздействию. И если линейным системам свойствен принцип суперпозиции, отражающий в сущности внешнюю сторону взаимодействующих явлений, то к нелинейным системам он не применим. Так, два независимо существующих фотонных поля на самом деле не существуют независимо, а порождают известное явление рассеяния света на свете. В варианте нелинейного обобщения, предложенном Борном и Инфельдом, универсальная постоянная имела смысл максимальной возможной напряженности электрического поля. Вдали от источников поля электростатическое поле имело кулоновский характер, вблизи испытывало нелинейные эффекты. Полевая энергия заряженной частицы при сохранении ее точечного характера принимала конечное значение. Однако полностью поставленных задач теория не решила, — вторичное квантование опять приводило к бесконечностям, вопрос о структуре частиц даже не ставился. Тем не менее, теория вызвала интерес к анализу других нелинейных эффектов, впоследствии послуживших основой для разных нелинейных обобщений.

Яноши предложил ввести нелинейные уравнения для описания единичных электронов, которые отличаются от фотонов тем, что при значительных энергиях не испускаются и не поглощаются. Допуская структурность электрона (или фотона), Яноши полагал описать их движение при помощи уравнений Максвелла и Шредингера в первом приближении, при сильных возмущениях — воспользоваться системой нелинейных уравнений. Теория, как мы видим, носит половинчатый характер, относится лишь к самым легким частицам и пытается отразить качественность взаимодействия (сильное, несильное).

Многообразные связи и взаимопревращения микрообъектов вызвали поиски таких методов, которые предоставили

бы возможность получить волновые функции всех частиц, а также их основные характеристики. Л. де-Бройль выдвинул гипотезу «слияния»¹⁰, согласно которой одни элементарные частицы являлись результатом «превращений» других. Роль «основных» частиц играли частицы со спином $S = \pm 1/2$, которые описывались уравнениями Дирака. Путем слияния частиц, что выражалось в нахождении волновой функции произведения «сливаемых» ψ_1 и ψ_2 , возникают частицы с целочисленным спином (0, 1, 2, ...). Различают слияние в релятивистских и нерелятивистских условиях, с незначительными или ощутимыми изменениями масс частиц. Как полагают Ферми и Янг, путем слияния возможно получить понятие сложного мезона, элементарных частиц высших спиновых состояний, например, нуклонов со спинами $1/2$, $3/2$, $5/2$... с одинарным, двойным и тройным зарядами и др.

Идею слияния развивали далее А. А. Соколов, Иордан в применении к нейтринной теории света, Я. И. Френкель — к образованию атомных ядер. Анализируя гипотезу де-Бройля, интересно отметить, что в основу теории положены «вращающиеся» спиновые частицы, из которых возможно получить «невращающиеся». Но не наоборот. Вспомнив различную роль, которую играют при строении материи фермионы и бозоны, мы вновь встречаемся с проявлением большей устойчивости у первых и меньшей у вторых. Случайно ли это, — пока неизвестно. Следует отметить, что в гипотезе де-Бройля просматриваются идеи истории атомизма — вихревые движения корпускул Декарта, вихревые атомы Томсона. Они выступают словно в новой форме, на современном уровне знания.

Гипотеза «слияния» содержит в принципе идею превращения определенного количества частиц данного качества благодаря взаимодействию. Подразумевается не механическое соединение «исходных» частиц, а качественное изменение их, в связи с чем возникает новый микрообъект. Однако процесс образования частицы остается неясным, взаимодействие общо, а модель слияния выглядит механистично, связываясь непонятным образом с процессом развития. Примеры разнообразных превращений элементарных частиц показывают, что волновые функции могут образовываться не только путем перемножения, а массы — путем сложения. В этом скванность и формальность гипотезы, ее понятий — «слияние», «взаимодействие», «образование» нового и др.

¹⁰ Д. Д. Иваненко. Развитие физики элементарных частиц. Вопр. философии, 1958, № 5 и др.

Кроме того, сам термин «слияние» неудачен, поскольку подразумевается, что природа целого и природа частей, сливающихся с целым, однотипна.

Следовательно, гипотеза «слияния»¹¹ наряду с положительными содержит и слабые стороны, оставляющие теории некоторую механичность и формализм.

Идея спинорного поля получила развитие в варианте нелинейных обобщений поля и элементарных частиц В. Гейзенберга. Выведением такого математического уравнения, которое выражает законы движения материальной субстанции «праматерии», Гейзенберг поставил задачу установить, какие элементарные частицы могут существовать и какие основные характеристики им присущи. Получить такое уравнение означает другими словами установить математически строгую «периодическую систему» среди элементарных частиц и полей, определив свой «атом водорода» и предсказав свойства частиц, «клетки» которых еще пусты.

Роль «праматерии» в теории Гейзенберга призвано играть спинорному фермионному полю со спином $\frac{1}{2}$. Обладая свойствами непрерывности, первоматерия одновременно и дискретна. Ее зерна, или «элементоны» структурны, являясь частичками качественно другой, новой формы материи. Частицы тождественны друг другу и, взаимодействуя, образуют частицы со спинами $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2} \dots$, а также 0, 1, 2... и т. д. Подобно тому, как известному электронно-позитронному полю соответствуют электроны и позитроны, электромагнитному — фотоны, так и первоматерии соответствует свое «первополе» — поле спинора. Важнейшим свойством его является взаимодействие с самим собой, или его нелинейность. В самом деле, замечает проф. Д. Д. Иваненко¹², спинорный характер фундаментального поля уже вытекает из аргументов де-Бройля и модели сложных частиц. Если ввести лишь одно поле, то оно может взаимодействовать только само с собою, а взаимодействовать оно должно, поскольку возбужденные его состояния представляют различные частицы.

Каков характер «праматерии»? Гейзенберг обращает внимание на то, что первичная субстанция не является ка-

¹¹ Достаточно много, на наш взгляд, уделено внимания достоинствам гипотезы в книге: А. В. Шугайлин. Философские вопросы учения современной физики о строении и свойствах материи. Киев, изд. АН УССР, 1959, гл. 3.

¹² Д. Д. Иваненко. Попытки построения единой нелинейной спинорной теории материи. Сб. Нелинейная квантовая теория поля. Изд. иностр. литер., М. 1959.

кой-либо конкретной формой протонных и мезонных волн, но относится к «материи вообще», поскольку является «универсальной первоматерией». Из всей совокупности известных частиц ни одна не выделяется как фундаментальная, но каждая из них должна состоять в определенном отношении к первоматерии.

Основное уравнение теории Гейзенберг рассматривает¹³ как математическое представление всей материи, а не какого-либо определенного вида элементарных частиц или полей. Уравнение, как сложная система интегральных выражений, обладает собственными значениями и решениями, что и представляет различные (простые и сложные) элементарные частицы.

Основные характеристики частиц тоже должны быть получены из собственных значений основного уравнения. Особое внимание Гейзенберг уделяет массам частиц. Полагая, что они должны получаться в результате квантования спинорной праматерии, Гейзенберг удалил из уравнений поля «массовые» члены. Так как теория нелинейна, то в результате взаимодействия должны рождаться частицы, вместе с которыми рождаются и основные параметры — массы, заряды и др.

Большим успехом теории Гейзенберга явилось включение в нее изоспина и «странности», благодаря чему и тяжелые частицы оказались подчиненными системе. Таким образом в общую схему были объединены не только нуклоны и мезоны, но и другие частицы. Основной частицей системы оказался нуклон, остальные явились высшими возбужденными состояниями нелинейного спинорного поля.

Установление новых правил квантования в нелинейном обобщении привели к минимальной длине 10^{-13} см (размеру «элементона»), которую можно считать новой элементарной длиной, поскольку именно она определяла «последнюю» возможную делимость праматерии. Новый предел, по-видимому, определяет рамки создаваемой нелинейной теории, связанной со структурностью элементарных частиц и пространственно-временными свойствами в новой области явлений.

Остановимся на основных положениях теории Гейзенберга и их положительном значении.

1. Никто не оспаривает идеи построения единой теории материи. Взаимодействия, которые осуществляют частицы и в которых сами участвуют, испытывая превращения со-

¹³ В. Гейзенберг. Физика и философия. М., 1963. стр. 40—50.

гласно законам сохранения, указывают на наличие некоей общей основы, пронизывающей частицы и связывающей их с полями. Роль самой «простой» фундаментальной субстанции в теории Гейзенберга играет первоматерия.

2. Согласно определению она заключает в себе свойства и непрерывного поля и прерывной материи «элементонов». Полученные как параметры нелинейной теории, размеры «частиц» праматерии, возможно, характеризуют меру количественных изменений качественно новой формы материи.

Из последнего следует, что праматерию как «последнюю» качественную форму материи можно отнести к атомистическим образованиям. Тогда и первоматерии должна быть присуща «элементарность». Как отражает нелинейная теория вопросы простого и сложного?

3. По замыслу построения теория должна объединять все частицы — и сложные и простые. Однако эта процедура требует определения понятия «элементарная частица» или критерия «простоты», замечает Гейзенберг¹⁴. Анализ различных определений «элементарности»¹⁵, даваемых разными физиками, показал, что вопрос о том, является ли протон элементарной или сложной частицей, не имеет ответа. Протон выглядит элементарным при энергиях, меньших 100 Мэв, и выступает сложным при гораздо более высоких энергиях, и т. п.

Следовательно, формально Гейзенберг признает сложное строение частиц, но фактически оставляет вопрос открытым. Это не мешает использовать термин «элементарная частица», успокаивает Гейзенберг, в тех случаях, когда удобно «отвлечься от ее внутренней структуры»¹⁶. Выражение «отвлечься» в данном случае довольно показательно, так как характеризует отношение Гейзенберга-физика к структуре. Экспериментальные факты заставляют Гейзенберга признать, что одна и та же элементарная частица в разных случаях ведет себя по-разному: то как простое, неделимое образование, то как нестабильная частица. Гейзенберг-философ не может признать диалектическое единство простого и сложного в одном, связь качественного и количественного в мере, а пытается провести количественное разделе-

¹⁴ В. Гейзенберг. Квантовая теория полей и элементарных частиц. Сб. Нелинейная квантовая теория поля. Изд. иностр. литература, М. 1959, стр. 222—223.

¹⁵ Э. И. Черкасова. Об «элементарности» атомистических образований материи. Вопросы философских наук. Изд. АН БССР, Минск 1965.

¹⁶ В. Гейзенберг. Сб. Нелинейная квантовая теория поля, стр. 223.

ние между частицами, которые в одном эксперименте удобно назвать элементарными, в другом — сложными. Гейзенберг, пользуясь экспериментальными данными поведения частиц как простых в одних условиях (например, при низких энергиях) и сложных в других (при очень высоких энергиях), не может сделать вывода, что микробъект прост на уровне одного вида качественных форм материи и сложен на уровне другого.

Другими словами, теория содержит в общем проблему структурности, хотя и неясны (вследствие незавершенности) ее конкретные решения для случаев простых и сложных микрообразований. Сам Гейзенберг, не зная философии марксизма, не может диалектически подойти к проблеме «элементарности», правильно истолковать ее и ограничивается признанием структуры частиц в узком эмпирическом смысле.

4. Отмечая трудности определения частицы как «простого» образования, Гейзенберг правильно полагает, что понятие «голой» частицы не имеет смысла, поскольку частица взаимодействует с окружением частиц и полей, и сама испытывает обратное влияние. Важно, что основное свойство, определяющее существование элементарной частицы — взаимодействие, находит отражение в теории, в характере нелинейности ее уравнений.

5. Получая в качестве собственных решений основного уравнения элементарные частицы и их параметры, Гейзенберг полагает, что и массы должны являться результатом взаимодействия нарождающихся частиц. Исключение из уравнений массовых членов кажется результатом последовательного развития теории и подтверждением факта действительно качественного возникновения частиц — их взаимопревращения.

Среди результатов, полученных Гейзенбергом и его сотрудниками, есть масса электронов, которая имеет чисто полевое происхождение. Сам факт получения масс частиц говорит, безусловно, об успехе теории. Однако результаты относятся к некоторым частицам и касаются лишь «полевой» части масс.

6. Характеризуя «праматерию», Гейзенберг стремится выявить ее отношение к единичному и общему. Он поступает правильно, когда общую основу не сводит ни к одной из определенных конкретных форм частиц или полей. Однако, определяя общие черты «праматерии», Гейзенберг настолько расширяет их, что превращает субстанцию во всеобщее, «универсальное», которое, действительно, становится похожим на алейрон древних. Эту неопределенность

«праматерии» Гейзенберга заслуженно критиковали в печати А. В. Кузнецов, Б. Я. Пахомов, Н. П. Коваленко и др.¹⁷ Идея «квантового эфира», замечает Д. И. Блохинцев, не должна быть сведена ни к одному конкретному виду, но должна содержать общее «единичных» на уровне данной качественно материальной формы. Поэтому, к какой бы широкой области явлений (частиц и полей) ни относилась «праматерия», она не может заключать абсолютно все, быть «универсальной» для всей материи. «Праматырия», обладая общими свойствами, проявляется через «единичное» конкретных полей и частиц и ограничена специфичностью, хотя и огромного, но все-таки качественно определенного класса микрообразований. Диалектический материализм полагает, что ставить в принципе вопрос о выведении уравнения для всей материи, неправомерно¹⁸. Бесконечность качественно различных дискретных форм не может быть сведена к количественным соотношениям даже такой общей субстанции как первоматерия.

7. Характеризуя «праматырию», мы отмечали, что она включает в себе моменты прерывного и непрерывного. Однако, поскольку в основе теории лежит поле (спинора), можно сказать, что непрерывному аспекту его отдано большее предпочтение. Это понятно, если вспомнить те общие свойства полей, которые характеризуют поле как активную и наиболее простую субстанцию. Тогда, очевидно, уравнения движения частиц вытекают из уравнений поля (так называемая унитарная программа), массы называются полевыми, а для определения частицы отпадает теоретическая основа. Здесь опять мы приходим к наличию лишь непрерывности (поля), вытекающей, вероятно, из основы — фермионного спинора. Дискретное строение «праматырии» должно, видимо, получить более глубокое отражение в уравнениях нелинейной теории, чем оно имеет в настоящее время.

8. Оценивая положительные стороны нелинейной спинорной теории, следует указать на те практические резуль-

¹⁷ И. В. Кузнецов. В. Гейзенберг и его философские позиции в физике. Сб. Философские проблемы атомной физики. Изд. иностр. литер. М 1953; Его же. В чем прав и в чем ошибается Вернер Гейзенберг. Вопросы философии, 1958, № 11; Б. Я. Пахомов. О критерии относительной элементарности. Сб. Философские проблемы физики элементарных частиц. М. 1963; Н. П. Коваленко. Вещество и поле как физические виды материи. Труды Одесского ун-та, серия общ. наук, 1962, т. 152, вып. 4.

¹⁸ В связи с этим см. подр. В. И. Свидерский. О диалектике элементов и структуры. Соцэкгиз, 1962, стр. 137—142.

таты, которые принесли некоторые решения. Удалось получить конечное значение массы основного фермиона и четырех бозонов, соответствующих возбужденному состоянию спинорного поля; значение зоммерфельдовской постоянной тонкой структуры, константы связей нуклонов с мезонами порядка близкого к опытному. Получены данные, в которых, правда, недостаточно ясно, но просматривается спектр масс мезонов и нуклонов.

Уже эти результаты говорят о значительных успехах нелинейной квантовой теории материи, отмечают Д. Д. Иваненко, М. Э. Омеляновский, Б. Н. Кедров, М. Борн и многие другие. Проф. Д. Д. Иваненко считает метод нелинейных обобщений серьезной попыткой, одним из наиболее правдоподобных путей построения теории элементарных частиц. М. Н. Марков, Ю. В. Новожилов¹⁹ верят, что «праматерия» будет открыта, определена, и теория частиц будет построена. Б. М. Кедров обращает внимание на то, что предотвращение механического сведения всех материальных форм к простейшей возможно только «путем научно обоснованного дополнения принципа единства природы принципом ее развития»²⁰. Теория Гейзенберга не противоречит и гипотезе кварков, согласно которой все частицы составлены из трех сортов «самых фундаментальных»²¹ частиц. Кварки (и антикварки), с дробным или целым зарядом, разные по массе и степени стабильности, рождаясь по определенным законам, должны раскрыть тайны элементарных частиц как таковых.

Принцип развития представляется в теории Гейзенберга лишь формально, и движение от простого к сложному пока не получило в теории удовлетворительного решения. К отрицательным сторонам теории следует отнести то, что она не охватывает слабые и гравитационные взаимодействия, в ряде вопросов имеет предварительный характер и зависит от развития сложнейшего математического аппарата, где имеют место и бесконечности. Теория не дает точных значений масс, а введенная Гейзенбергом индефинитная метрика приводит к нарушению микропричинности.

¹⁹ М. А. Марков. Гипероны и К-мезоны. М. 1958, стр. 16; Ю. В. Новожилов. Элементарные частицы. М.—Л. 1963, стр. 204.

²⁰ Б. М. Кедров. Из доклада на совещании ред. философских журналов соц. стран. *Вопр. философии*, 1963, № 10, стр. 127.

²¹ Я. Зельдович, Л. Окунь, Б. Пикельнер. Кварки: астрофизический и физико-химический аспекты. *«Усп. физ. наук»*, 1965, т. 87, вып. 1.

Скептическое отношение к теории Гейзенберга и попытка построения ее исходит большей частью из критики слишком обычного характера свойств, поведения «праматерии», которая не отличается резко от всего предшествующего. С одной стороны, справедливо, все качественно различные теории действительно имели всегда специфичные отличия; с другой же, не следует забывать, что каждое новое учение вырастает из недр предыдущего и имеет с ним сходственные черты. Насколько нехватает этой необычности в «праматерии» по сравнению с обычным, выяснится, очевидно, в дальнейших исследованиях области элементарных частиц.

Анализируя сильные и слабые стороны теории Гейзенберга, следует критически подходить не только к теории, но и к высказыванию самого автора, пытающегося осмыслить философски исходные положения, основные понятия, результаты вычислений. Являясь крупнейшим физиком, Гейзенберг, однако, в своих философских рассуждениях не является ни диалектиком, ни последовательным материалистом. Как естествоиспытатель, Гейзенберг верит в существование электронов, нейтронов и других частиц, признает их движение и превращаемость, но в определениях часто называет их «математическими формами», качественные изменения которых сводит к количественным. В современной физике, считает Гейзенберг, атом не обладает непосредственно никакими материальными свойствами, кроме производных²². Превозношение Гейзенбергом математического элемента идет параллельно с увлечением идеями пифагорейцев, Платона, а также идеями энергетизма. Элементарные частицы — «математические формы» — заменяют правильные тела пифагорейцев, а собственные решения основного уравнения получаются посредством такой же математической процедуры, пишет Гейзенберг, какой из дифференциального уравнения натянутой струны выводятся гармонические колебания струны пифагорейцев²³. Акцент на количественную сторону и отрыв ее от качества выразился в абсолютизации математической симметрии, которую Гейзенберг сравнивает с ролью платоновской философии. Гейзенберг не понимает диалектической сути простого и сложного, качественного взаимопревращения частиц («частица составленная»), правильного соотношения между единичным, общим и всеобщим и потому так легко применяет сло-

²² В. Гейзенберг. Философские проблемы атомной физики. М. 1953, стр. 31.

²³ В. Гейзенберг. Физика и философия. М., 1963, стр. 49—50.

ва «всеобщее», «универсальное», которыми характеризует «праматерию». Основное уравнение теории у Гейзенберга — «уравнение всей материи»; основной фермионный спинор — «универсальная праматерия» и т. д.²⁴

Позитивистской окраске теории Гейзенберга способствует и та зарубежная критика,²⁵ которая представляет взгляды автора теории с позиций энергетизма и неоплатонизма. Так, Хааргоф поддерживает мнение Гейзенберга и Шрёдингера относительно изменения направления развития физики — к натурфилософии древних. Он согласен, что современные элементарные частицы ближе стоят к правильным телам Платона, чем к атомам Демокрита.

Подобный анализ основных принципов нелинейной теории представляет перепев избитых положений идеализма об «удобстве», «полезности», «экономности» мышления с использованием современных данных науки. Проведение систематизации частиц и нахождение внутренней основы их связей не означает в действительности стремление к выведению «наипростейших» уравнений материи, которые «полезны», «удобны» и значит — истинны. Теория, как и мышление, верна тогда, когда правильно отражает объективно существующие процессы, закономерности.

Кроме теории Гейзенберга, подчиняющейся унитарной программе, есть и другие нелинейные квантовые теории, не связанные непосредственно с программой унитарности. Ряд интересных положений содержит теория двойного решения Л. де-Бройля, носящая, правда, предварительный характер. Согласно новой интерпретации, волна $\Psi(x)$ подчиняется нелинейному уравнению внутри особой области, вне которой имеет место уравнение обычной волновой механики. Идеи теории предполагают использование как волнового, так и корпускулярного аспекта. Однако делать какие-либо определенные выводы о достоинствах теории или ее недостатках, на наш взгляд, еще преждевременно²⁶.

²⁴ Заметим, что подобные неосторожные выражения встречаются подчас и у ряда наших физиков. См. напр. Д. Д. Иваненко — Попытка построения единой нелинейной спинорной теории материи. Сб. Нелинейная квантовая теория поля. М. 1959.

²⁵ W. Ehrlich. Grundlinien einer Naturphilosophie. Tübingen 1960, S. S. 56—60; R. Pannwitz. Der Aufbau der Natur. Stuttgart 1961, S. 93; T. J. Haarhoff. The return of ancient science. «Greece and Rome». Oxford 1962, p. p. 128—131.

²⁶ Другого мнения А. В. Шугайлин, который высоко оценил идею двойного решения и отвел ей большое место в будущей теории элементарных частиц. Его книга — Философские вопросы учения современной физики о строении и свойствах материи. Киев 1959, стр. 231.

Таким образом, преодолевая огромные трудности в области математического формализма и сочетая противоречивые исходные принципы, наука развивает различные варианты теории элементарных частиц и полей. До некоторого времени особый интерес, как мы видели, представлял вариант теории, предложенный Гейзенбергом. Не принимая его субъективное толкование основ теории, мы показали принципиальное значение наиболее важных вопросов, поднимаемых методом нелинейных обобщений, и указали его слабые и неразработанные стороны. Основное понятие теории — «праматерия» построена так, что включает в себе те общие свойства, которые были выведены для элементарных атомистических объектов. Тогда можно сказать, что и «праматерия» — не последнее, наипростое, неделимое образование. Оно является одной из многих дискретных форм, определяющих качественность данного круга явлений и степе- нью проникновения в их внутренние области. Что это будет: кварки, субкварки или что-то иное, не столь важно. Главное, что это будет новая, еще неизвестная науке дискретная форма материи.

Нужно отметить, что в настоящее время чувствуется охлаждение ученых к теории Гейзенберга, но развитие ее идей дает несколько обнадеживающие результаты. Открытие в области весьма высоких энергий новых частиц, которые оказались нестабильными и неэлементарными, вызвало к жизни новые теории и заставило пересмотреть некоторые старые (теория дисперсионных соотношений и др). Классифицируя частицы и резонансы, используют методы теории групп, лагранжианов формализм, аксиоматический метод, дисперсионный подход и формализм Редже²⁷. Последний, по ранним предложениям, должен был охватить все явления; к нему относились как к всеобщему, универсальному. Однако метод движущихся полюсов Редже применим лишь к сильным взаимодействиям частиц, осуществляющим упругие процессы.

Неэффективность квантовой теории поля, обнаружившаяся при попытках использования ее в области сильных взаимодействий, усилила попытки построить теорию на других формальных основаниях, новых методах, гипотезах. Так, популярен диаграммный метод (но он тоже не яв-

²⁷ Е. Л. Фейнберг, Д. С. Чернавский. Сильные взаимодействия при весьма высоких энергиях. «Усп. Физ. наук», 1964, т. 82, вып. 1; Л. Ван-Хов. Прогресс в нашем понимании элементарных частиц. Там же, 1964, т. 84, вып. 2 и др.

ляется абсолютным в применении ко всем видам взаимодействий), изучение асимптотического поведения сечений, гипотеза «зашнуровки» и др.²⁸ В каком направлении будет идти дальнейшее развитие теоретической мысли — сказать трудно. Не выявлены все возможности новых методов, не завершены необходимые математические расчеты и т. д. Несомненно то, что физика элементарных частиц и полей движется стремительными темпами по пути проникновения в глубины материи, ее внутренние сферы, где должна раскрыть тайны структуры, общих связей частиц и их природных свойств.

²⁸ В. Вайскопф. Квантовая теория и элементарные частицы. «Успехи физических наук», 1966, т. 90, вып. 3.

About Some Questions of Physics of Elementary Particles in their Dialektik-Materry Interpretation

Summary

V. I. Lenin's statement about the inexhaustibility of matter is corroborated by modern natural science. The variety of concrete structure conditions of matter, their common and specific peculiarities of existence and development are shown by chemistry, physics and other sciences. Penetrating in the inner levels of matter, the scientists are interested in the «simplest», fundamental formations — elementary particles and fields. It is of them that all the macroformations of the animate and inanimate nature consists.

Particles and fields have common and specific peculiarities. Some peculiarities characterize the particle as corpusculs, others — as vawe.

The finding of common features of the particles and fields is very impotant for establishing of common regularities in this form of matter and further — for the building of the thery of elementary parts. All the known classifications of particles are not simple, don't unite all the species of the particles and don't expose their deep, common features. The phylosophical analysis of classifications makes it possible to speak about those supposed recomendations, that must be considered by the formation of the theory of elementary parts: corpusculary-wavy unity, structure, co-operation, the princip of hierarchy etc. The Geisenberg nonlinic spinor theory of matter, as well as the kvarkov hypothesis, the theory of «Redges poles», etc. are critically examined.

Е. Марочкина

ИНТЕГРАЦИЯ НАУК

«Наука — сила!» — так сказал еще 350 лет тому назад родоначальник английского материализма Фрэнсис Бэкон. Эта мысль ныне блестяще подтверждается всеми современными достижениями научно-технического прогресса. Сегодня нет такой сферы общественной жизни, куда бы не вторгалась наука и не оказывала бы своего преобразующего влияния. Но самое широкое поле деятельности она находит в производстве, становясь великой производительной силой общества. Усиление роли науки в общественном прогрессе, расширение сферы ее влияния на жизнь общества — одна из закономерностей развития науки. Она становится теоретической базой общественного прогресса, в ней заложены безграничные возможности улучшения жизни людей.

Возрастание влияния науки происходит через поступательное ускоренное развитие самой науки. Она дает в настоящее время человечеству нарастающую лавину знаний, которые, применяясь практически, изменяют и характер труда и образ жизни людей.

В настоящее время объем научных знаний удваивается каждые 10 лет. 2/3 научно-технических знаний и более 90% всей научно-технической информации, выработанной человечеством, лежит на исторической глубине 65 лет нашего столетия. А современное поколение ученых составляет 9/10 всей суммарной численности людей науки когда-либо живших на земле¹.

Ныне профессия ученого становится массовой. Кадры науки сейчас растут быстрее в 2—3 раза, чем идет рост кадров во всех остальных отраслях народного хозяйства. Темпы роста численности научных кадров в СССР выше, чем в других странах. В Советском Союзе за последнее 50-летие

¹ Г. М. Добров. Наука о науке. «Наукова думка», Киев 1966, стр. 18.

удвоение численности научных кадров происходит за 7 лет, в странах Европы — за 15, в США — за 10 лет.²

В отчетном докладе ЦК КПСС XXIII съезду партии указывалось, что сейчас у нас в научно-исследовательских учреждениях и на кафедрах вузов трудится более 660 тысяч научных работников.

Это 1/4 часть всех научных работников мира. За годы Советской власти число научных работников в стране увеличилось в 70 раз. Уже эти цифры говорят о колоссальном внимании у нас к науке.

Чем можно объяснить такое ускоренное развитие науки?

Во-первых, накоплением знаний и опыта научных исследований ученых предшествующих поколений. Чем выше уровень достигнутых знаний, тем более сложные и глубокие вопросы науки может решать в последующем своем развитии. И. Ньютон говорил: «Если я вижу дальше Декарта, то это потому, что я стою на плечах гиганта». Об этой же закономерности говорил и Ф. Энгельс: «...наука движется вперед пропорционально массе знаний, унаследованных ею от предшествующего поколения».³

Во-вторых, быстро возрастающими потребностями населения и усилением обратной связи науки с практической деятельностью людей. Рост численности населения и его потребностей требуют от науки все возрастающего теоретического задела для практики.

Развиваясь, сама наука становится очень сложным общественным явлением. Усложнение науки, углубление ее связей с практикой, усиление ее влияния на все стороны общественной жизни делают необходимым сделать объектом познания саму науку. Ныне философия все больше обращается к изучению науки, ее закономерностей для того, чтобы на основе открываемых законов развития самой науки можно было бы предвидеть перспективы ее дальнейшего развития, пути повышения эффективности ее влияния на практическую жизнь людей, делать более рациональной организацию научных учреждений, совершенствовать форму взаимосвязи между ними, предотвращать отрицательные моменты в развитии науки, решать вопрос о количестве и качестве научных кадров и т. д. Д. И. Менделеев говорил, что «у научного изгчения предметов две основных или конечных цели: предвидение и польза». Как видим, из изучения самой науки тоже вытекают и предвидения и польза.

² Пьер Ожэ. Современные тенденции в научных исследованиях. Издание ЮНЕСКО, издано в СССР, 1963.

³ К. Маркс и Ф. Энгельс. Собр. соч., т. 1, стр. 568.

Ускорение развития науки, рост глубины знаний об окружающем мире вызывают, с одной стороны, расширение процессов дифференциации в науке, с другой порождают интеграционные процессы в науке, которые, в свою очередь, влияют на все производство науки, на организацию научных исследований, на характер подготовки для науки кадров.

— Усиление взаимосвязи между двумя противоположными процессами в науке — дифференциации и интеграции — одна из очень важных закономерностей развития научного познания. Настоящая статья и посвящена рассмотрению этой закономерности.

История развития взаимосвязи процессов дифференциации и интеграции в науке

Анализ развития науки показывает, что во всей ее истории проявляются два противоположных, но между собой связанных процесса: дифференциация — расчленение науки на отдельные отрасли знания и известное обособление их друг от друга, и интеграция — тенденция к превращению науки в единую систему, в которой отдельные отрасли знаний становятся все более связанными, взаимно обогащающими друг друга, переплетающимися между собой. Но на разных ступенях развития науки эти два противоположных процесса по-разному себя проявляли. Если проследить историю науки с точки зрения взаимодействия в ней дифференциации и интеграции, то можно увидеть, что она в своем развитии прошла 3 этапа.

Первый этап. Нерасчлененная наука древности.

Корни теоретических знаний уходят в рабовладельческое общество. В нем возникают зачатки знаний в области механики, астрономии, которые обслуживались математикой, затем появляется химия в своей первоначальной форме — алхимии. Возникают и зачатки общественных наук — история, география, правоведение. В них делается попытка понять и общественные явления, смысл жизни, перспективы общественного развития. Но все эти знания не сформировались в самостоятельные науки, а входили в единую науку — философию — и растворялись в ней. Философия в это время стремилась создать общую картину мира. Но так как уровень конкретных знаний был чрезвычайно низок, мир ученые могли охватить своим взглядом только в общем и целом, частности, специфические стороны природы и общества на

этой ступени отводились на задний план, то и общая картина мира получалась поверхностной, не глубокой. Как говорил Ф. Энгельс, пока мы не знаем частных, нам не ясна и общая картина⁴.

Второй этап. Дифференциация науки в XV—XVIII веках

Бурное развитие производства в период возникновения капитализма вызывает потребность в более полных и глубоких знаниях о природе, что ведет к существенному прогрессу в развитии научного познания. В это время собственно и складывается естествознание, как совокупность наук о природе. Ф. Энгельс возникновение естествознания, как систематического экспериментального изучения природы связывает с эпохой Возрождения (вторая половина XV века). Накопление конкретных знаний о явлениях природы привело к возникновению и расширению процесса отпочковывания от философии специальных наук по мере сложения в них своего предмета, метода и средств познания. Сначала получила самостоятельное существование математика, затем механика, астрономия, физика, химия, биология, геология и, наконец, антропология, психология и общественные науки (последние входили в общую философскую систему взглядов того или иного мыслителя как его социологические воззрения). Дифференциация наук шла от простого к сложному, от наук, изучающих более простые формы движения, к наукам, изучающим более сложные формы движения. Процесс дифференциации наук не только положительно сказался на развитии и накоплении конкретных знаний о природе и обществе, но и на философии. В связи с отделением от нее многих наук, точнее определился ее предмет как мировоззрения, как теории, объясняющей связь между материей и сознанием, как науки, обобщающей пути и методы познания действительности.

В этот период научное познание становится экспериментальным, с широким применением метода анализа явлений природы. Процесс расчленения целого на части и самостоятельное изучение этих частей были доведены до отчленения материи от источника ее движения (который понимался как проявление внешней силы), от пространства и времени, которые рассматривались как абсолютные, неизменные, не связанные с материей и друг с другом. Изолированное рас-

⁴ К. Маркс и Ф. Энгельс. Собр. соч., т. 20, стр. 20.

смотрение вещей привело к тому, что в представлениях людей терялась связь между вещами и явлениями, а где нет связи, нет и развития. На вещи поэтому стали смотреть как на нечто постоянное, качественно неизменное.

Третий период. Интеграция наук во взаимосвязи с расширяющейся дифференциацией.

Этот период начался примерно в первой трети XIX века, когда возникает стихийное проникновение диалектики во все сферы знания. Накопление и углубление знаний о вещах неизбежно вело и к открытию связей между ними, а это давало возможность увидеть вещи в движении, изменении, развитии.

В это время осуществляется революция в производстве, связанная с заменой физической энергии рабочих работой машин, приводящихся в движение паровым двигателем. Преимущественное развитие механики во втором периоде развития науки перестает удовлетворять практические потребности общества. На первый план выдвигаются физика и химия, которые стали изучать не только определенные формы движения материи, но и их взаимосвязь и взаимопереходы. Начинает широко входить в науку, наряду с методом анализа, и метод синтеза. Создание химической атомистики, открытие закона сохранения и превращения энергии вели к открытию новых связей между явлениями, а это в свою очередь способствовало дальнейшему расширению процесса дифференциации наук. Возникают новые отрасли знания — механическая теория теплоты, кинетическая теория газов, появляется целый ряд новых наук на стыке ранее разобщенных наук — астрофизика, физическая химия, химическая термодинамика, биохимия, биофизика и т. д., которые, как говорит академик Б. М. Кедров, своим появлением «как бы заполнили собой существовавшие ранее разрывы между отдельными науками, осуществляя синтетическое связывание науки в единую систему. Таким образом обе противоположные тенденции научного развития (дифференциация наук и их интеграция) оказались в диалектическом единстве».⁵

Такие науки, как математика, механика, физика, химия, биология превратились в собирательные, т. к. внутри их образовались новые области знания со своими предметами, методами и средствами познания. «Наука, — по меткому

⁵ Филосовская энциклопедия, т. 3, стр. 578.

выражению М. М. Карпова, — подобна могучему, широкому и ветвистому дереву. С каждым годом появляется все больше ростков и ответвлений. В этом росте, взаимном влиянии и переплетении различных наук заключено ее будущее».⁶

Процесс дифференциации продолжается и дальше, но все больше в науке проявляет себя тенденция синтеза наук, их переплетения, взаимообогащения, т. е. тенденция интеграции.

К чему же приведет эта, все активнее себя проявляющая тенденция к интеграции наук?

К. Маркс считал, что в конечном счете развитие научного познания приведет к созданию одной науки. «Сама история является действительной частью истории природы, становления природы человеком. Впоследствии естествознание включит в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание: это будет одна наука».⁷

Это значит, что внутренняя связь в науке дойдет до такой степени, что она превратится в нечто единое целое, в котором все элементы, сцементированные диалектико-материалистическим мировоззрением, будут давать единую научную картину мира, из которой люди будут выводить сущность окружающих явлений. Это не значит, что в науке не будет специализации, но резкие грани между отдельными элементами науки сотрутся.

Объективные причины расширения интеграции наук

Первой и определяющей объективной основой интеграции наук является материальное единство мира. Мир един и в нем все формы движения материи между собой связаны и взаимопревращаемы. Связаны между собой природа и общество, материя и сознание, и поэтому процесс познания неизбежно приходит к установлению связей между науками, к их взаимодействию, к раскрытию материального единства мира. Углубление познания в микро- и макромир приводит к дальнейшему развитию идеи материального единства мира, к подтверждению объективной диалектики природы.

⁶ М. М. Карпов. Наука и развитие общества. Госполитиздат, М. 1961, стр. 3.

⁷ К. Маркс и Ф. Энгельс. Из ранних произведений. 1956, стр. 596.

Наука приходит к раскрытию связей не только в природе, но и в обществе. Открытие Марксом и Энгельсом материалистического понимания истории коренным образом изменило и политическую экономию, и правовые науки, и эстетику, и этику, и другие общественные науки.

Таким образом, объективная взаимосвязь между формами движения материи вызывает на современном уровне познания все большую связь между науками. Материальность мира раскрывается всей совокупностью наук и никогда не может быть исчерпана в процессе познания.

Вторым объективным фактором интеграции наук является интеграционный характер человеческой практики. В ней и прежде всего в производственной деятельности людей также все взаимообусловлено, в самих процессах труда все больше переплетаются различные формы движения материи. В технической основе производства возникли и развиваются интеграционные процессы, проявляющиеся в совмещении в одном агрегате множества операций, связанных с различными формами движения, с их переходом друг в друга. В производственных процессах происходит превращение одних видов энергии в другие.

Практика, как известно, является основой познания. Объектом человеческого познания является та часть материального мира, которая включается в сферу человеческой деятельности. Расширение этой сферы влечет за собой и расширение объектов познания. А так как в практике все связано и взаимообусловлено, и эта связь растет, то и в теории неизбежна связь. Рассматривать изолированно отдельные объекты человеческой деятельности можно лишь в порядке абстракции и лишь на определенной стадии познания.

Третья причина. Расширяющийся процесс дифференциации наук неизбежно вызывает потребность и в их интеграции, ибо чем глубже наука проникает в детали вещей и явлений, тем лучше вскрываются связи между ними, тем больше устанавливаются связи и между науками. И наоборот, чем дальше идет наука в раскрытии связей, тем глубже она уясняет суть деталей.

Дифференциация наук порождает и более дробное разделение труда у людей науки. Если в XVI—XVII веках в одном лице часто совмещались ученые, работавшие и делавшие открытия чуть-ли не во всех существовавших тогда областях знания (Джордано Бруно, Леонардо Давинчи, Ньютон, Ломоносов), позднее в XVIII—XIX веках один человек мог возглавлять целую науку (Ч. Дарвин, Д. И. Менделеев), то в настоящее время даже ученые одной и той же науки могут не понимать друг друга в связи с колоссальным рас-

ширением объема знаний. Ныне буквально лавина информации обрушивается на человечество. Поэтому в современных условиях наука может развиваться только в результате постоянного контакта между учеными, коллективного творчества, взаимного обмена информацией, координаций действий между учеными различных наук и т. д., то-есть через процесс интеграции.

Узкая специализация, без стремления ученых выйти за пределы своей науки, найти контакт с другими науками, является сегодня тормозом в развитии наук. Это очень метко подметил академик Л. А. Арцимович: «Спокойная и тихая жизнь в условиях предельно узкой специализации, при полном отсутствии интереса к тому, что делается у соседа, — вот, к сожалению, довольно распространенная картина в некоторых наших научных институтах. В этих условиях сделать крупные открытия также трудно, как купить, скажем, лампу Алладина, или волшебную палочку в Мосторге».⁸

Кроме того, процесс дробления наук без учета связей между ними, т. е. вне процесса интеграции может привести к появлению дублирующих друг друга наук, подчас ненужных. Как считает академик Е. К. Федоров, отсутствие четкой систематизации наук, явно обозначенного объекта познания в отдельных науках приводит к тому, что появляются сомнения в необходимости существования отдельных узких наук. Так изучением атмосферы, например, занимаются метеорология, синоптическая метеорология, физика атмосферы, аэрология, климатология, динамическая метеорология, физика атмосферы, аэрология, климатология, динамическая метеорология и множество других наук. Между этими науками нет четкого распределения задач, четкого разделения труда, видимо, нет и необходимости поддерживать существование такого обилия наук об атмосфере. Или, Е. К. Федотов не видит грани между институтами океанологии, океанографии и морского гидрографического, т. к. занимаются они познанием одного и того же объекта, сходными методами и весьма сходными целями. Необходима увязка и разграничение полей деятельности наук. Этот процесс невозможен без синтеза наук, через который можно установить связь между науками, их субординацию.⁹

Интеграция, это завершающий этап дифференциации.

Диалектическое сочетание дифференциации и интегра-

⁸ В сборнике Диалектический материализм и современное естествознание. М. 1964, стр. 36.

⁹ В сборнике Методологические проблемы науки. Изд. «Наука», 1964, стр. 241—242.

ции, это объективная закономерность развития научного познания, которую необходимо учитывать в организации научной работы.

Конкретные формы интеграции наук

Интеграция наук, это сложный процесс, проявляющийся в разнообразных формах связей между науками, в различных типах взаимодействия между ними.

Рассмотрим, в чем же конкретно проявляется интеграция, в каких конкретных формах.

1. Превращение науки в единую взаимосвязанную систему.

Если в прошлом каждая наука развивалась самостоятельно, изолированно от других наук, используя специфические методы и средства познания, то в настоящее время наука в целом все больше проявляет себя, как единая система знания, каждое звено которого находится в зависимости от других. Появление существенного нового в одной науке, как по цепной реакции передается другим. Поэтому развитие каждой науки определяется не только ее собственными достижениями, но и успехами в других науках.

Связь между значительной частью наук в настоящее время осуществляется прежде всего через физику. Ей принадлежит в наше время ведущая роль в естествознании. Она имеет дело с наиболее общими формами бытия, относительно простыми, входящими во все другие формы движения, изучаемыми другими науками. Выяснение генетической связи форм движения, изучаемых физикой, с другими, более сложными формами движения ведет к пониманию их сущности и обогащению этих наук. Поэтому всякий новый успех физики сказывается почти на всей совокупности других естественных наук. Вполне возможно, что в будущем, когда будет более или менее исчерпано раскрытие связей других форм движения с физическими процессами, ведущая роль перейдет к другим наукам, как она перешла в свое время от механики к физике и химии.

Растущие потребности в науках в анализе количественных сторон явлений ведут к очень быстрому развитию математики. Если до Второй мировой войны количество работ по математике удваивалось каждые 25 лет, то сейчас за вдвое более короткий срок. Развиваясь, математика становится большим ускорителем в развитии других наук. И в то же время она сама не может развиваться без физики, химии, астрономии и других наук.

В настоящее время науки развиваются на основе накоп-

ления новых идей и методов в других науках. Современная медицина, например, соединяет в себе очень далекие области знания. Химия и физика давно служат этой науке. Теперь пришла очередь к математике и кибернетике. Математика является основой медицинской статистики, без которой чрезвычайно трудно осуществлять конструирование диагностических машин, вести эпидемиологические и другие исследования.

Каждое новое открытие продвигает вперед не только ту науку, в которой оно сделано, но и целую систему наук. Так, например, открытие Е. К. Завойским явления парамагнитного резонанса привело к выработыванию резонансных методов в физике, химии, биологии и других науках. Создание в 1967 году теории чрезвычайно быстрых химических реакций посредством нарушения равновесия с помощью очень коротких энергетических импульсов, которые проявляются в живых организмах, в двигателях внутреннего сгорания, в факелах ракет и в ударных волнах сказывается на дальнейшем развитии и физики, и химии, и биологии, и военных наук, и т. д.

Взаимопроникновение отдельных отраслей науки приводит к колоссальному прогрессу как науки в целом, так и ее отдельных разделов.

2. Появление новых наук, как результат синтеза двух или нескольких наук.

Происходит это потому, что из общей системы знаний две или несколько наук приходят в особо тесную связь, когда новые знания, методы и средства познания одной науки существенно меняют идеи, методы и объекты познания в другой. В свою очередь, новые достижения в другой науке воздействуют на первую. Это взаимопереплетение приводит к появлению новой науки. Так в конце XIX века возникла и углублялась взаимосвязь между химией и биологией. Биология все больше использовала знания и методы познания химии в исследовании биологических процессов. Это приводило к открытию новых знаний об особенностях протекания химических процессов в живых организмах, что вело к обогащению химии и выработке новых методов химического исследования. Такое взаимодействие двух наук привело к появлению биохимии, как синтеза двух материнских наук — химии и биологии. Но при этом сами материнские науки не перестали существовать, а обогащались, вырабатывали новые методы за счет информации, идущей от биохимии, продолжая питать эту новую науку своими новыми знаниями, методами и средствами познания.

В результате взаимодействия многих наук появляются

новые науки большого диапазона. Так, в результате переплетения философии, механики, математики, физики, химии, биологии, физиологии, психологии, языкознания, логики и других наук, появилась кибернетика — наука больших обобщений, которая в свою очередь ведет к революционным изменениям в тех науках, синтезом которых явилась она сама.

На грани математики, кибернетики и экономических наук возникла экономическая кибернетика; на грани биологии, физиологии, кибернетики, физики, прикладных технических наук возникла бионика, и т. д.

О познавательном значении таких наук очень метко говорит академик Н. Семенов: «Природа не создала о нашем делении на науки. Она едина. А это означает, что истинное познание ее законов требует коллективных усилий многих наук — иначе мы будем видеть только одну сторону явлений и ничего не знать о другой. Вот почему самые интересные открытия часто рождаются именно на стыке наук».¹⁰

3. Изучение одного и того же объекта двумя или несколькими науками.

Когда объект исследования сложен и многообразен, а практика требует всестороннего его изучения, то в исследовании его объединяются усилия многих наук. При этом неизбежно эти науки приходят в контакт друг с другом, взаимно обогащаясь.

Так, комплексно решается проблема практического использования ядерной энергии, освоения космического пространства, проблема рака, молекулярные и домолекулярные биологические процессы. Проблему о знаках и знаковых системах совместно решают философы, логики, литераторы, языковеды, кибернетики, математики и т. д. Проблема мышления изучается философами, логиками, психологами, кибернетиками, лингвистами. Потребностями практики ныне выдвигается необходимость изучения проблемы превращения химической, тепловой, световой, термоядерной энергии в электрическую, без промежуточных преобразований, которая может быть решена только совместными действиями механиков, физиков, химиков, ботаников, кибернетиков и т. д.

Особой сложностью отличаются явления общественной жизни. Там тем более необходима комплексность в их познании. Так, закономерности развития социалистического общества и становления коммунизма изучаются коллективными усилиями всех общественных наук.

Объединение сил ученых разных научно-исследовательских институтов, разных стран ведет к экономии сил и ус-

кореню решению проблем. По данным Г. М. Доброва в осуществление данного рода взаимодействия вовлечено более половины всех людских и материальных ресурсов современной науки.¹⁰

4. Использование общих методов познания в каждой науке при сохранении их специфических методов.

Ныне и естественные, и технические, и общественные науки используют общие методы познания, через которые сближаются друг с другом.

Чуть ли не всеобщим методом познания является математический метод. Предметом изучения математики являются абстрактно выделенные пространственные формы и количественные отношения, а так как эти формы и отношения присущи всем предметам и явлениям, то математика и применяется почти во всех науках в качестве особого приема исследования и обобщения материала. И чем выше уровень развития науки, чем более высоких ступеней обобщения и абстрагирования она достигла, тем шире используется в ней математический аппарат. Правда, наиболее широких обобщений в знаниях о мире достигает марксистско-ленинская философия. В ней математический метод пока очень мало применяется, но развитие познания идет к тому, что и в этой науке, через математический аппарат, все больше будут выражаться наиболее общие связи в объективном мире. Ныне усиливается в естественных и в общественных науках применение метода статистического анализа (сдерживает расширенно применение этого метода в науках и в практической деятельности недостаток квалифицированных математиков-статистиков).

В настоящее время должно быть нет такой науки, в которой не применялся бы метод моделирования. Этот метод позволяет решать такие задачи, которые сегодня без него были бы еще недоступны человечеству. Так, создавая давления порядка миллиона атмосфер и сверхвысокие температуры, при этом используя методы физики и других наук, мы моделируем условия, которые существуют в центре нашей планеты, и тем самым создаем возможность уже в настоящее время изучать вещество земных недр.

Всеобщим становится метод структурного анализа. На основе структурного изучения биологических, физиологических и психических процессов создается возможность моделировать эти процессы в кибернетических машинах. В свою очередь, методы кибернетики широко используются и в

¹⁰ Г. М. Добров. Наука о науке. «Наукова думка», Киев, 1966, стр. 78.

биологии, физиологии, лингвистике, экономике и других науках. «Создается действительно такое положение, когда по одному остроумному замечанию, физиолог учит инженера как строить автомат, инженер учит физиолога, как изучать мозг, математик учит биолога, как изучать явления жизни, а лингвиста — как изучить структуру языка, животные дают уроки того, как строить самолеты и вообще развивать технику и т. д.»¹¹

5. Взаимопроникновение теоретических и прикладных дисциплин.

Одной из закономерностей развития науки является обусловленность ее развития потребностями общественно-исторической практики. Практика — это главная движущая сила развития науки и ее цель. Соединяются же теоретические науки с практикой прежде всего через технические, прикладные науки. Техника, составляя один из определяющих элементов человеческой практики, является в конечном счете очень важным исходным пунктом и заключительным этапом теоретических знаний.

Всякое открытие в теоретических науках рано или поздно найдет практическое применение через прикладные науки. Ныне связь между ними значительно возросла, что в свою очередь ведет к сокращению сроков между открытием и его практическим применением. Если в прошлом нужны были десятки и даже сотни лет, чтобы научное открытие получило практическое применение, то теперь — несколько лет или даже месяцев.

Различие между теоретическими науками и прикладными не абсолютно, а относительно, т. к. в конечном счете все науки без исключения являются помощниками в практической деятельности людей. Только теоретические науки более отдалены от практики, чем прикладные.

6. Обобщенное изучение проблемы, подготовительный материал о которой дают многие науки.

С некоторыми однотипными процессами сталкиваются несколько наук, о них они накапливают фактический материал и делают определенные обобщения. Но для более широкого и более глубокого обобщенного понимания этого процесса выделяется особая отрасль знания, которая дорабатывает, обобщает данные о нем, поступающие из многих наук.

Так, с колебательными процессами имеет дело механика, электротехника, акустика, радиотехника, гидравлика и

¹¹ Филосовская энциклопедия, т. 3, стр. 571.

т. д. Каждая из этих наук складывает учение об этих процессах. Для более глубокого изучения и выявления общих закономерностей колебательных движений в различных средах появляется особая отрасль знания, получающая информацию от всех этих перечисленных наук и в конце концов складывающая общую теорию колебаний, на которую в свою очередь опираются все перечисленные науки.

По такому же принципу формируется общая теория информации — новая научная дисциплина, которая способствует развитию других наук через обогащение познавательных средств, выполняя все более интеграционную роль в дальнейшем прогрессе науки.

7. Расширяется и углубляется связь между естественными и общественными науками.

Природа и общество переплетаются друг с другом через практическую деятельность людей. Та природа, с которой постоянно взаимодействует человечество, уже в большей своей части «очеловечена», т. е. несет на себе следы человеческой деятельности. «Географическая среда, — как определяет профессор А. Г. Спиркин, — это та часть природы, которая находится в особо тесном взаимодействии с обществом и которая испытывает на себе его воздействие».¹²

Воздействие общества на природу зависит не только от уровня развития производительных сил и от степени познания законов природы, но и от характера производственных отношений и познания законов общественного развития. Поэтому и изучение природных явлений, с которыми человек сталкивается в своей практической деятельности, должно вестись естественными и техническими науками в комплексе с общественными науками. Прогресс науки возможен только на основе единства естественных и общественных наук.

Существуют науки, которые находятся на стыке природных и общественных наук — антропология, география, медицина и другие.

В исследовании общественных явлений все шире применяются точные науки, и прежде всего математика. В свою очередь, общественные науки все больше проникают в естественные и технические. Ныне экономические науки, например, вклиниваются во все отрасли хозяйства и техники, а через них и в науку. Всякое научно-техническое открытие, или изобретение требует оценки с точки зрения его экономической эффективности.

¹² А. Спиркин. Курс марксистской философии. Изд. «Мысль», М. 1966, стр. 321.

8. Высший синтез научных знаний нашей эпохи происходит на основе марксистско-ленинской философии.

Дифференциация наук и противоположный ей процесс интеграции вызывают потребность в широких обобщающих идеях, в создании единой картины мира, которое осуществляется философией, опирающейся на всю совокупность знаний, создаваемых конкретными науками. Конкретные науки могут подняться до обобщений только в сфере той формы движения, которую они изучают. Философия же, опираясь на конкретные науки, доходит до таких обобщений, которые не в состоянии сделать ни одна конкретная наука. И в этом сила философии. На эти обобщения, в свою очередь, опираются все остальные науки в последующем познании. В самой природе философии заложено стремление к синтезу знаний, к выработке общих основ мировоззрения, общих принципов познания.

Марксистско-ленинская философия не претендует на господствующее положение по отношению к другим наукам, как это делали в прошлом философские системы, а устанавливает прочный союз с ними на равноправной основе. Философия и частные науки не просто сосуществуют, а друг на друга влияют, друг от друга зависят, друг друга дополняют, т. е. находятся в диалектическом единстве. И не удивительно, что у ученых, занимающихся решением крупных проблем своей науки, переплетаются естественно-научное содержание и философские идеи, и это переплетение можно видеть в трудах таких ученых, как П. Ланжевен, Дж. Бернал, С. И. Вавилов, Д. И. Блохинцев, Э. Кольман, В. А. Фок, В. А. Амбарцумян, Д. Д. Иваненко, Э. И. Берг и многих других.

Какую же роль выполняет философия по отношению к конкретным наукам?

Во-первых, философия выполняет методологическую функцию. Методология — это философское учение о методах познания и преобразования действительности; применение принципов мировоззрения к процессу познания, к духовному творчеству вообще и к практике.¹³

Будучи мировоззренческой наукой, философия создает так называемый «интеллектуальный фон», в котором ведет творческие поиски ученый. Из понимания всеобщих законов, которые изучает философия, складывается и понимание ученым своего места в объективной действительности, целей и задач своей науки, ее места в общей системе знаний

¹³ Философская энциклопедия, т. 3, стр. 420.

о мире. «Неправильные философские установки, как пишет академик В. А. Фок, примененные в какой-либо конкретной области науки, почти неизбежно приводят к ошибкам в этой области».¹⁴

Марксистско-ленинская философия является всеобщим методом научного познания. Не следует думать, что она выполняет в конкретных науках две изолированные функции: функцию мировоззрения ученого и функцию метода познания. Нет, научное мировоззрение ученого является и основой для научных обобщений и используется им для достижения нового знания, выступая как метод познания и преобразования действительности. Метод познания — это применение логических законов и категорий в процессе познания и изменения действительности. В соответствии с этими законами и категориями складываются определенные правила, способы, с помощью которых человек идет к достижению новых знаний. Эти правила, способы устанавливаются не по произволу людей, а основываются на познанных законах объективного мира. Любой закон, открытый наукой может и должен быть использован в качестве метода дальнейшего исследования. Метод исследования должен быть аналогом самой реальности. В качестве средства познания человек использует предыдущие знания, понятийный аппарат, выработанный в процессе прошлого познания. Без понятийного аппарата вообще не может функционировать мышление. Ф. Энгельс говорил, что «... естествоиспытатели... без мышления не могут двинуться ни на шаг, для мышления же необходимы логические категории»,¹⁵ последние вырабатываются философией.

Так как законы диалектического материализма проявляются в любой форме движения материи, то и все его положения, принципы, законы, категории, понятия используются в конкретных науках для достижения нового знания. Маркс и Энгельс называли «оборачиваемостью метода», когда философские знания, складываясь на основе конкретных наук, затем этими же науками используются для достижения нового знания. Следовательно, всеобщие законы бытия являются и законами мышления, а стало быть и законами диалектической логики, которыми и руководствуется любая наука в познании.

Часто спрашивают, как же буржуазные ученые, подчас

¹⁴ Философские вопросы современной физики. Госполитиздат, М. 1958, стр. 61.

¹⁵ К. Маркс и Ф. Энгельс. Собрание сочин., т. 20, стр. 524.

имея идеалистическое мировоззрение, делают большие открытия в своей науке. Ничего тут удивительного нет, так как последовательных идеалистов нет. Их мировоззрение противоречиво. В их взглядах на мир есть и немало элементов материализма, которые складываются на основе жизненного опыта. Так вот всеми своими достижениями ученые обязаны этим элементам материализма, их же идеализм только мешает познанию.

Во-вторых, философия оказывает влияние на другие науки философскими вопросами в конкретных науках.

Философские вопросы возникают тогда, когда наука стоит перед решением проблемы, захватывающей кардинальные вопросы мироздания, перед созданием, рождением новой теории, в формировании которой большую роль играют общетеоретические, философские позиции ученых. Когда же нерешенная проблема в науке решается и превращается в естественно-научный факт, тогда она перестает быть философской проблемой.

Проявление философии, как мировоззрения и всеобщего метода научного познания, наблюдается во всех науках всегда, философские же вопросы — это преходящие явления в науке и не во всякой науке. Философские проблемы возникают в таких науках, как физика, химия, биология, астрономия, математика и в других, которые непосредственно задевают проблемы мировоззрения, а в технических, прикладных науках, решающих вопросы более рационального приложения к жизни теоретических открытий, их не следует искать.

В такой науке, например, как физика постоянно возникают философские проблемы, т. к. она имеет дело с наиболее общими формами бытия. Она играет чрезвычайно важную роль в проникновении в микро- и макрокосмос и поэтому от нее прежде всего зависит выяснение структуры материи, она закладывает научные основы в понимании движения, пространства, времени и т. д. И поэтому обобщения в этой науке носят глубокий философский характер и отсюда физик должен быть в какой-то мере и философом. В. А. Михельсон, крупный физик, говорил: «Физик, не желающий оставаться на второстепенной роли научного чернорабочего, только собирающего факты, должен быть вместе с тем и философом».¹⁶

Через философские обобщения в конкретных науках происходит общение ученых из разных областей знаний.

¹⁶ В. А. Михельсон. Собр. соч., т. 1, М. 1930, стр. 374—375.

Возникающие дискуссии по философским проблемам в науках ведут к установлению контакта между учеными различных наук и к развитию и философии и конкретных наук.

Эффективность использования диалектического материализма в специальных науках зависит от постоянного развития, совершенствования марксистско-ленинской философии и степени овладения ею учеными конкретных областей знаний.

С развитием наук возрастает роль методологических проблем в них, и происходит это по следующим причинам:

1. В связи с быстрым расширением фронта научного познания и углубления во все более сокровенные тайны природы возникает нарастающая потребность во всесторонней философской ориентации ученых. А. Эйнштейн говорил, что современная физика требует овладеть философскими проблемами в большей степени, чем это имело место у прошлых поколений.

2. Сами внутренние закономерности развития науки ведут к усилению роли философии.

Дифференциация и интеграция наук порождает потребность в создании синтетической картины мира, в раскрытии связей между науками, что делается при решающей роли в этом процессе философии.

3. В связи с тем, что наука становится все более абстрактной, подчас без непосредственной наглядности, в ней возникают новые методы исследования, отсюда появляется необходимость дальнейшего обобщения этих методов и, следовательно, дальнейшего развития методологии.

4. Развивается и сама философская наука, отсюда возрастает ее значение.

5. В связи с возрастанием взаимосвязей между наукой и практикой увеличивается необходимость более глубокого методологического осмысления этой взаимосвязи.

Непонимание методологических основ взаимосвязи науки и практики приводит некоторых ученых к утверждениям, что научно-технический прогресс вызывается только прогрессом естественных наук, что техника есть прикладное естествознание и даже только прикладная физика. Получается, что естествознание якобы всегда предшествует производству, технике, что оно развивается только по своим внутренним законам, независимо от человеческой практики. Развитие естественных и общественных наук, конечно, является очень важным фактором в научно-техническом прогрессе, но, в свою очередь, развитие наук в конечном счете определяется потребностями производства и уровнем его развития.

Потребности в практической деятельности людей определяют проблематику, которую решают науки, производство обеспечивает научный эксперимент оборудованием, аппаратурой, следовательно уровень эксперимента находится в прямой зависимости от уровня развития производства, производство же дает науке материал, факты для новых теоретических обобщений — вот в чем, прежде всего, проявляется зависимость науки от производства.

Изменения, например, в современном производстве, связанные с расширением автоматизации в системе управления производственными процессами, порождают массу изменений и в характере технологических процессов, и в использовании новых материалов и энергии, порождают новые скорости, недоступные ранее при контроле ими человеком, и т. д. Все это ставит новые проблемы перед производством, которые могут быть решены только с помощью науки. Вскоре после победы Октябрьской революции В. И. Ленин писал: «Наступил именно тот исторический момент, когда теория превращается в практику, оживляется практикой, исправляется практикой, проверяется практикой...»¹⁷

Но при всей зависимости от производства науке присуща и известная самостоятельность. В ней есть своя внутренняя логика развития, которая подчас приводит к решению задач, сегодня еще не встающих перед производством. Процесс познания идет от простого к сложному, от сущности менее глубокой к сущности более глубокого порядка. Решенная проблема порождает еще больше нерешенных проблем. Из них наука может решать только такие проблемы, которые подготовлены всем предыдущим ходом развития знания и производства. И если производство может обеспечить науку нужной аппаратурой для решения возникающих задач, то они рано или поздно будут решаться, и затем применяться в производстве.

Наука дает теоретический задел производству. Об объективной потребности в более быстром развитии науки в сравнении с развитием производства А. Н. Косыгин говорил так: «При всей сложности и многообразии взаимной связи науки и техники с материальным производством очевидно, что для всестороннего развития материального производства темпы развития техники должны превосходить темпы роста производства, а наука должна развиваться быстрее, чем развивается техника».¹⁸

¹⁷ В. И. Ленин. Соч., т. 33, стр. 477.

¹⁸ В сборнике Всесоюзное совещание научных работников в Кремле, 12—14 июня 1961 г., стр. 33.

Характерной чертой современной науки как раз и является опережение ею развития производства. «Мы должны знать о природе, — говорит академик М. В. Келдыш, о ее сущности намного больше, чем можем в данный момент использовать».¹⁹

6. Роль философии возрастает в связи с необходимостью усиления борьбы с буржуазной идеологией.

Борьба материалистических и идеалистических идей в науке не прекращается, а даже усиливается. Мысль В. И. Ленина о необходимости прочного союза философов и естествоиспытателей в борьбе с проникновением идеализма в науку еще более ценна в наше время: «... без солидного философского обоснования никакие естественные науки, никакой материализм не может выдержать борьбы против натиска буржуазных идей и восстановления буржуазного мирозерцания. Чтобы выдержать эту борьбу и провести ее до конца с полным успехом, естествоиспытатель 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 и до сих пор, будут беспомощны в своих философских выводах и обобщениях».²⁰

Итак, весь ход развития научного познания говорит о том, что интеграционные процессы в науке усиливаются и только исходя из учета этого процесса можно решать вопросы и организации научного исследования и подготовки научных кадров. Интеграционные процессы требуют усиления связей между научными учреждениями, новых форм комплексных исследований, воспитания работников науки широкого кругозора, но хорошо знающих свою отрасль знания и т. д. Но все эти вопросы требуют особого исследования.

¹⁹ В сборнике Методологические проблемы науки. Изд. «Наука», М. 1964, стр. 226.

²⁰ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 45, стр. 29—30, 31.

The Integration of Sciences

Summary

The article is devoted to revealing one of the most important interval regularities of science — the intensification of the tendency of the integration of sciences.

The article begins with the historical survey of the display of the two dialectically linked opposite processes in science — the differentiation and the integration. These opposite processes display themselves differently on different stages of the development of science. At present side by side with the continuous process of the differentiation of sciences the tendency of the synthesis of sciences shows its development stronger and stronger. The synthesis of sciences is the interweaving and interenrichment of sciences, i. e. the tendency of the integration of sciences.

The objective reasons of the expansion of the integration of sciences are given in the article. These reasons are the material unity of the world, the integration processes in human practice and above, all in material production and the deepening of the differentiation of sciences.

The concrete forms of the integration processes in science are revealed in the article, the role of Marxist-Leninist philosophy in the expansion and deepening of these processes is also presented.

The solution of many questions in science and above all the organization of scientific research and training of scientific personnel is dependent on the deepening tendency of the synthesis of sciences into the united interrelated system of knowledge.

М. Оттмаа

К ВОПРОСУ ОБ АБСОЛЮТНОСТИ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ И ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Человеческий разум, изучая окружающий нас мир, открыл множество законов различной степени общности. Но, пожалуй, особое место среди них занимает закон сохранения и превращения энергии, сформулированный в середине XIX века. В нем с самого начала тесно переплелись физика и философия. Затрагивающий основы мироздания закон сохранения и превращения энергии явился великолепным подтверждением основных положений диалектического материализма. Была доказана в дальнейшем его глубокая связь с некоторыми свойствами пространства, времени, симметрии.

Однако с момента своего рождения закон сохранения энергии обрел противников. Каждое научное открытие объявлялось опровержением этого закона, если в исследуемых процессах энергия не сохранялась. В действительности же всегда оказывалось, что причиной этого «несохранения» энергии являлась какая-нибудь новая частица материи или новый вид взаимодействия.

Первая серьезная проверка закона сохранения энергии состоялась после открытия радиоактивности. Встал вопрос о происхождении, казалось бы, неисчерпаемой энергии радиоактивного излучения. Спор разрешился только экспериментами Резерфорда и Содди, подтвердившими сохранение энергии.

Следующее «покушение» на закон сохранения и превращения энергии было совершено квантовой механикой. Родившись в рамках классических представлений, квантовая механика в скором времени поставила ученых перед большими трудностями в объяснении процессов на атомном уровне. В 1924 г. Бор и другие физики выдвинули гипотезу о статистической трактовке закона сохранения энергии. Предполагалось, что в индивидуальных микроскопических актах поглощения или испускания света энергия не сохраняется, общий же баланс энергии выполняется в среднем

как результат наложения случайных компенсаций. Открытие в 1923 г. эффекта Комптона и даже его объяснение на основе релятивистских законов сохранения энергии и импульса не рассеяло сомнений. Лишь эксперименты Бёте и Гейгера (1925), а также Алиханова доказали выполнение закона сохранения энергии в каждом отдельном акте комптоновского рассеяния.

Новым сомнениям закон сохранения и превращения энергии подвергся в результате работ Эллиса и Вустера (1927), установивших непрерывный характер бета-излучения, в отличие от дискретных альфа- и гамма-излучений. Появилось два варианта объяснения столь странного различия: или существует какая-то неведомая частица, вылетающая при бета-распаде вместе с электроном, или закон сохранения энергии не выполняется. В 1933 г. на конгрессе физиков Паули высказался за первый вариант, за что был даже обвинен в консерватизме. Ферми, основываясь на законе сохранения энергии и законе сохранения момента количества движения, выдвинул свою гипотезу бета-распада, согласно которой вместе с электроном из ядра должна вылетать нейтральная частица с массой, равной нулю, названная им «нейтрино». Двадцать лет экспериментальных исследований понадобилось для обнаружения нейтрино.

Прежде чем перейти к современным взглядам на закон сохранения энергии, можно сделать некоторые выводы. Во-первых, закон сохранения и превращения энергии, подвергаясь столько раз проверке, всегда выходил невредимым. Его справедливость, по крайней мере для известных нам форм материи и движения, оставалась незыблемой.

Во-вторых, проверка закона непременно совпадала с открытием новых форм материи и движения.

Развитие современной физики, главным образом физики высоких энергий, убедительно говорит о том, что мы находимся на пороге новых революционных открытий. Трудно сказать, сколько еще придется вложить труда в разработку нового представления о природе, но о близости новой фундаментальной теории говорят многие симптомы, и среди них — возобновившиеся сомнения в законе сохранения и превращения энергии. Правда, характер этих сомнений несколько иной. Если прежде в законе оспаривалось само сохранение энергии, то теперь дискутируется вопрос об абсолютности закона, о том, насколько всеобщей характеристикой движущейся материи является энергия, присуща ли она любой форме движения.

Что же заставило физиков вновь усомниться в абсолютности закона сохранения энергии? Прежде всего, экспери-

ментальные данные. Эксперименты, которые в 1957 г. подтвердили правильность гипотезы о нарушении пространственной четности в области слабых взаимодействий, побудили проверить законы сохранения многих величин, в том числе и энергии. И, несмотря на то, что сохранение энергии с фантастической точностью (в относительных единицах точность выражалась числом, равным примерно $1/10^{15}$) подтвердилось в опытах с использованием эффекта Мёссбауера, сохраняемость энергии для любой формы движения была взята под сомнение. Обнаруженные в 1964 г. распады K_2^0 -мезонов, которые абсолютно «запрещены» современной теорией, дали повод предположить, что явления в микромире инвариантны по отношению к направлению времени, или, что то же самое, закон сохранения энергии может там не выполняться.

В теории гравитационных полей возникли значительные трудности с определением самого понятия энергии замкнутой пространственно-временной системы.

Таким образом физика, а также такие науки, как космология, рассматривающая вопрос о происхождении и развитии Вселенной, и астрофизика, занимающаяся изучением материальных образований колоссальной величины и энергии, нуждаются в философском анализе закона сохранения и превращения энергии, основанном на новейших физических теориях и экспериментальных данных.

Вопрос о сохраняемости энергии крайне важен и для диалектического материализма, так как затрагивает основные свойства материи и движения. Все законы сохранения являются составными частями, вернее, конкретными проявлениями фундаментального закона природы — закона сохранения материи и движения. Поэтому диалектический материализм никоим образом не может в этом вопросе делать уступки идеализму.

В нашей философской литературе начинают появляться работы, посвященные анализу закона сохранения энергии¹. Но единого мнения по этому вопросу пока нет. Говоря точнее, имеется два взгляда на проблему абсолютности энергии, притом исключающие друг друга.

¹ См., например, В. И. Веселовский. Философское значение законов сохранения материи и движения. Изд. «Мысль», М. 1964; Н. Ф. Овчинников. Принципы сохранения. Изд. «Наука», М. 1966; Философия естествознания. ИПЛ, М. 1966; В. С. Готт и А. Ф. Перетурин. Абсолютное и относительное в законе сохранения и превращения энергии. «Вопросы философии», 1967, № 3; В. С. Барашенков. Развитие физики и законы сохранения. «Вопросы философии», 1967, № 6.

Часть авторов, стоящих на классическом определении понятия энергии, утверждают, что энергия существует на всех материальных уровнях, и закон сохранения и превращения энергии справедлив для любой формы движения. Их оппоненты приводят новейшие экспериментальные данные и считают, что нельзя на всю природу экстраполировать наши знания, которые получены при изучении лишь некоторых форм движения.

Рассмотрим точки зрения обеих сторон в отдельности. В. И. Веселовский в своей монографии подробно останавливается на вопросе об абсолютности энергии. Он приходит к выводу, что «...любой материальный объект обладает энергией. ...Энергия является всеобщей мерой движения, присущей любой его форме. Поэтому можно с уверенностью сказать, что как бы глубоко в тайны материи ни проникло человеческое познание, какие бы диковинные формы движущейся материи ни были открыты, они обязательно будут обладать энергией»². Доказывается это положение следующим образом. Любое материальное образование существует только тогда, когда оно находится в движении, или, иными словами, взаимодействует с окружающей средой и другими материальными объектами. Но там, где есть взаимодействие, должны быть и силы. Силы, в свою очередь, перемещая материальные объекты, совершают некоторую работу. По определению Ф. Энгельса работа есть «изменение формы движения, рассматриваемое с его количественной стороны»³. А энергия материальной системы определяется работой, которую она может произвести. И если каждое звено этой логической цепи: движение — взаимодействие — сила — перемещение — работа — энергия, согласуется с законом причинности, то получается, что всякому движению присуща энергия.

Этого же мнения «Физический энциклопедический словарь». В нем закон сохранения энергии определяется как «общий закон природы, согласно которому энергия любой замкнутой материальной системы при всех процессах, происходящих в системе, сохраняется; энергия при этом только превращается из одной формы в другую (материальная система может рассматриваться как замкнутая, если взаимодействием ее с окружающим миром можно пренебречь); если материальная система подвергается внешним воздействиям, в результате которых она переходит из одного состоя-

² В. И. Веселовский. *Философское значение законов сохранения материи и движения*. Изд. «Мысль», М. 1964, стр. 18.

³ К. Маркс и Ф. Энгельс. *Соч.*, т. 20, стр. 419.

ния в другое, то возрастание (убывание) ее энергии равно убывли (возрастанию) энергии взаимодействующих с ней тел и полей»⁴. При этом энергия определяется как общая мера различных процессов и видов взаимодействия.

Приведем теперь мнение противников абсолютности закона сохранения энергии. Например, М. В. Мостепаненко полагает, что «вполне допустимо существование объектов в природе, не обладающих энергией»⁵. Определяя энергию как «свойство материальных систем, выражающееся в возможности производить работу», он пишет, что «возможно допустить существование таких объектов неизвестной нам природы, которые не могли бы . . . совершать работу и обладали бы не энергией, а другими физическими свойствами»⁶.

Того же мнения придерживается В. С. Барашенков. Считая, что «изменение форм движения, рассматриваемое с его количественной стороны» — не определение работы, он допускает, что «. . . положение Энгельса не противоречит тому, что существуют какие-то пока еще неизвестные нам материальные объекты, для которых работа, а следовательно, и энергия не имеют смысла, перенос и трансформация видов движения в этих объектах будут характеризоваться какими-то другими величинами»⁷. Автор полагает, что нарушение закона сохранения для некоторых специфических процессов может происходить в малых пространственных областях так, что это не будет сказываться на макроскопических явлениях. По сути дела эта гипотеза напоминает статистическую трактовку закона сохранения, предложенную еще Бором. По предложению В. С. Барашенкова подобно тому, как для микроскопических явлений можно допустить существование сверхсветовых скоростей и нарушение принципа причинности в его «общепринятой форме», так и закон сохранения энергии мог бы нарушаться на этом материальном уровне⁸. Он убежден, что все законы сохранения имеют ограниченную область действия (одни — больше, другие — меньше), и по мере того, как человеческое познание открывает качественно новые формы материи и движения, суще-

⁴ Физический энциклопедический словарь. «Советская Энциклопедия», М. 1966, т. 5, стр. 532.

⁵ Философские вопросы современного учения о движении в природе. Изд. ЛГУ, Л. 1962, стр. 157.

⁶ Там же.

⁷ В. С. Барашенков. Развитие физики и законы сохранения. «Вопросы философии», 1967, № 6, стр. 79.

⁸ Там же, стр. 80.

ствующие законы сохранения будут заменяться другими, более общими законами.

Вряд ли можно согласиться с точкой зрения, которую отстаивают противники сохранения энергии. Исходя из относительности наших знаний о природе, еще нельзя утверждать, что все законы сохранения имеют ограниченную область действия. Правда, часть законов справедлива только для некоторых видов взаимодействия (например, закон сохранения изотопического спина, закон сохранения пространственной четности), но из этого не вытекает, что и остальные законы сохранения будут ограничены, а на замену им придут более общие законы.

Закон сохранения и превращения энергии содержит два абсолютных момента. Первым из них является утверждение, что энергия не возникает из «ничего» и не превращается в «ничто», т. е. превращение одних форм энергии в другие происходит в строго эквивалентных количествах. Вторым абсолютный момент характеризует качественную сторону закона: в соответствующих условиях различные формы энергии превращаются друг в друга.

Если опираться на абсолютность энергии как меры движения, на ее всеобщность, то, естественно, не может быть и речи об ограничении закона сохранения энергии. В противном случае изобретателю ограниченной формулировки придется доказать существование чего-то такого, что не является энергией, но при этом допустить взаимное превращение энергии и этого «нечто». А во что может превращаться одна форма энергии, как не в другую ее форму?! «Третьего» здесь «не дано».

Таким образом, для ограничения сферы действия закона сохранения и превращения энергии остается только сомневаться в абсолютности энергии как меры движения. Никто не мешает предположить наличие форм движения, где понятие энергии теряет свой смысл. Затем можно допустить существование более всеобщей характеристики движущейся материи, чем энергия, а там и наличие соответствующего закона сохранения. Но, если эта новая мера движения обладает большей всеобщностью, чем имела энергия, то она должна присутствовать не только на микроуровнях материи, но и в макроскопических явлениях природы. Здесь встает вопрос о возможности экспериментального обнаружения такой более общей меры движения. И пока эта мера не найдена, или экспериментально не установлено, что для определенного класса процессов закон сохранения энергии действительно нарушается, все гипотезы об ограниченности понятия энергии лишены реальной почвы.

Разумеется, философия не должна плестись в хвосте научного и технического прогресса, ограничивая себя лишь объяснением результатов физических экспериментов. Однако отсюда не следует правомерность философского прожектерства и голословного отрицания справедливости того или иного закона природы. При изучении проблем сохранения философия должна опираться на основные положения диалектического материализма и, прежде всего, на закон сохранения материи и движения, ибо этот закон является наиболее фундаментальным в окружающем нас мире.

Какие же пути имеются в решении создавшейся проблемы? Во многом это зависит от успехов экспериментальных исследований, но некоторые философские выводы уже можно сделать. Прежде всего, современная формулировка закона сохранения энергии и потребует дальнейшей доработки. Было бы неосмотрительно назвать ее существующий вид абсолютно верным. Форма закона будет меняться по мере проникновения человеческого познания вглубь материи, все более приближаясь к истине. Содержание же — абсолютные стороны закона — останется неизменным, так как в каждом нашем знании есть частица абсолютного знания.

Думается, что плодотворным станет изучение зависимости между законами сохранения и некоторыми атрибутами материи. Например, допускается, что имеется глубокая связь между пространством-временем и энергией-импульсом как универсальными атрибутами материи. Предполагается даже, что «энергия и импульс, как величины, подчиняющиеся принципам сохранения, являются первичными понятиями», тогда как «пространство и время должны выступать в современной теории как вторичные, производные понятия»⁹.

Энергия, хоть и является всеобщей мерой движения, ею далеко не исчерпывается характеристика движущейся материи. Совместное применение различных законов сохранения уже сыграло определенную роль в науке (например, в теории относительности, в квантовой механике и т. д.) и в будущем даст свои плоды.

Ход развития современной физики убедительно говорит о том, что вскоре мы станем свидетелями рождения новой фундаментальной теории, объясняющей процессы микромира. И важное значение в разработке этой теории принадлежит законам сохранения, в частности, закону сохранения и превращения энергии.

⁹ Ю. Б. Румер и Н. Ф. Овчинников. Пространство-время, энергия-импульс в структуре физической теории. «Вопросы философии», 1968, № 4, стр. 91.

Concerning the Absolute in the Law of the Conservation and Transformation of Energy

Summary

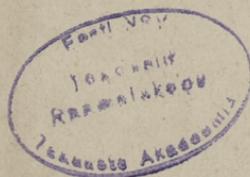
In the history of science from time to time there appear the doubts as to the absolute of the law of the conservation and transformation of energy.

The article shows that in our time there are two different views on this problem. Some scientists think that energy is the most universal characteristic of matter and its motion, and the conservation of energy is justice for whole of natural phenomena. The other scientists consider that one can hardly expect full retention of the justice of the laws characteristic of the levels of matter already known to us for the whole matter.

A determination of this problem is important not only for physics but for philosophy too. It is quite possible in the future the form of the law of the conservation and transformation of energy will be changed. This problem is bound up with such the fundamental concepts of matter as space and time used to be.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Э. И. Черкасова. О некоторых общих вопросах физики элементарных частиц в их диалектико-материалистическом истолковании 3
2. Е. А. Марочкина. Интеграция наук 29
3. М. Оттмаа. К вопросу об абсолютности закона сохранения и проворачения энергии 51



ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Таллинский политехнический институт
Редактор О. Штейн

Технический редактор Я. Мыттус

Сдано в набор 18 VI 1968. Подписано к печати
11 X 1968. Бумага 60×90/16. Печатных листов
3,75. Учетно-издательских листов 3,15. МВ-08065
Тираж 350. Заказ 1371. Типография «Пунане Тяхт».
Таллин, ул. Пикк 54/58. Цена 31 коп.

50769

19.0669.

ТАЛАНСКИЙ

Цена 31 коп.

Зени - Сив 0:1
Тор - Моч 0:0