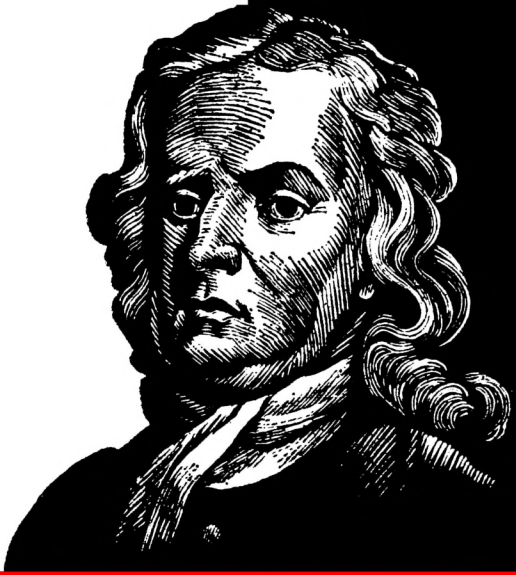

НЬЮТОН

Мыслители прошлого

Б. Г. КУЗНЕЦОВ

НЬЮТОН

МОСКВА «МЫСЛЬ» 1982

ББК 87.3
К 89

РЕДАКЦИИ
ФИЛОСОФСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Борис Григорьевич Кузнецов (род. в 1903 г.) — философ, физик, историк науки, экономист, доктор экономических наук. В 60—80-х годах наибольшую известность получили работы Б. Г. Кузнецова, посвященные теории относительности, квантово-релятивистской логике, истории философии, экономике (применение топологии к анализу экономического эффекта науки). Главные труды: «Развитие научной картины мира в физике XVII—XVIII вв.» (1955), «Принцип относительности в античной, классической и квантовой физике» (1959), «Эволюция картины мира» (1961), «Галилей» (1964), «Философия оптимизма» (1972), «История философии для физиков и математиков» (1974), «Ценность познания» (1975), «Эйнштейн: Жизнь, смерть, бессмертие» (1979), «Идеи и образы Возрождения» (1979), «Современная наука и философия» (1981).

Рецензенты:
доктор физико-математических наук,
профессор *А. Т Григорьян;*
доктор философских наук,
профессор *Б. В. Мееровский*

К $\frac{0302010000-141}{004(01)-82}$ 19-82

© Издательство «Мысль», 1982
© *Скан и обработка: glarus63*

ОТ АВТОРА

В серии «Мыслители прошлого» каждая книга называется только именем мыслителя, которому она посвящена. Сначала такое краткое название немного смущало, мне хотелось написать на переплете книги нечто выражающее ее основную идею, специфический подход к жизни, творчеству и исторической оценке Ньютона: «Романтика Ньютона», «Ньютон и Эйнштейн», «Ньютон в современной неклассической ретроспекции», «Ньютон, каким он виден сегодня» и т. п. Эти названия связаны между собой: сопоставление классической науки с неклассической раскрывает внутренние коллизии в идеях Ньютона, драматизм его творчества, очень личную, очень человеческую романтику поисков объективной истины. Современная ретроспекция в гораздо большей степени, чем во времена абсолютизации ньютоновых идей, раскрывает историческую связь научных концепций с прошлым и будущим, с бесконечной и необратимой эволюцией познания и с тем, что мы называем эпохой мыслителя. Когда творчество Ньютона рассматривали как провиденциальное озарение (английский поэт А. Поп писал: «Мир был

погружен во мрак, бог сказал: «Да будет Ньютон», и все осветилось...»), когда законы Ньютона считали наконец обретенной окончательной истиной, бессмертие Ньютона было бессмертием неизменной статуи, а не бессмертием жизни, которое требует прогноза и ретроспекции, мысли о прошлом и будущем и о неизбывной нетождественности следующих друг за другом отрезков времени. Релятивирование классической науки, релятивирование всякой науки является ее гуманизацией, превращением провиденциальных вечных скрижалей в поистине человеческое накопление знаний.

Подобные соображения заставили меня вернуться к традиционному для данной серии названию книги одним лишь именем мыслителя. Ведь имена Аристотеля, Декарта, Гегеля уже включают некоторую ретроспекцию; произнося такое имя, мы не можем игнорировать его бессмертие. Это бессмертие отнюдь не ограничивается сохранением некоторого тождественного себе субстрата, субъекта необратимой трансформации сведений о мире, которые меняются, совершенствуются, конкретизируются, но уже никогда не могут быть отброшены. Бессмертие мыслителя включает не только интеллектуальное содержание его творчества, но и эмоциональный эффект. Альберт Эйнштейн начинает свою статью, написанную к 300-летию со дня смерти Ньютона, словами: «Несомненно, что разум кажется нам слабым, когда мы думаем о стоящих перед ним задачах; особенно слабым он кажется, когда мы противопоставляем его безумству и страстям человечества, которые, надо признать, почти полностью руководят судьбами человеческими как в малом, так и в большом. Но творения интеллекта переживают шумную суету по-

колений и на протяжении веков озаряют мир светом и теплом» (24, 78) *

Светом и теплом! Свет здесь — синоним того, что Эйнштейн назвал *внутренним совершенством* теории. Тепло — синоним эмоционального подтекста науки. И «внутреннее совершенство», и эмоциональный эффект научных теорий теперь изменились. «Внутреннее совершенство» идей Ньютона вступило в противоречие с *внешним оправданием*, с данными эксперимента, и эти идеи были модифицированы и обобщены. Сейчас, в XX в., ни одна новая физическая концепция уже не будет претендовать на окончательный характер, и «свет» старых теорий всегда будет связан не с их неподвижностью, а с необратимой трансформацией, с сохранением в развитии. Соответственно изменился эмоциональный подтекст науки: это не столько былое викторианское «чувство гавани», чувство прихода к чему-то известному и установившемуся, сколько ощущение безграничности познания.

Но такая трансформация «света и тепла» не означает ни утраты «чувства гавани» в современной неклассической науке, ни отсутствия ощущения безграничности познания в классической науке XVII—XIX вв. Напомним о довольно известном замечании Ньютона, сравнившего себя с мальчиком, собирающим камешки на берегу океана, в то время как океан истины хранит свои тайны.

Все дело в том, что некоторая щемящая, грустная нота — один из инвариантов познания. Она не нарушает общего оптимистического, радужного

* Здесь и далее в скобках сначала указывается номер источника в списке литературы, помещенном в конце книги, затем курсивом — номер тома, если издание многотомное, и далее — страницы источника (*Ред.*).

подтекста науки, а сопровождает его, вытекая из самой фундаментальной характеристики познания, заключающейся в том, что абсолютная истина бесконечно реализуется в относительных и поэтому преходящих истинах. Галилей был убежден в том, что, хотя человеческое познание весьма ограниченно в экстенсивном смысле, т. е. по отношению к множеству познаваемых объектов, оно может быть совершенным в интенсивном смысле — человек способен познавать некоторые истины с абсолютной достоверностью (см. 8, *1*, 201). Но в его последних письмах и работах чувствуется некоторая тихая, затаенная грусть о близком уходе в историю, в прошлое, ренессансной науки с ее стилем исследования и изложения.

Неклассическая наука не лишена подобной грустной, а подчас и трагической ноты. Вспомним Лоренца, сожалевшего, что он не умер до крушения классической физики. Но сейчас грусть по уходящему сочетается с другой, также грустной нотой. Трагедия Эренфеста состояла в том, что он не чувствовал себя способным проникнуть в те основания неклассической физики, которые он видел в неясных еще прогнозах (см. 24, 190—192). Современный физик, как правило, не жалеет о том, что дожил до неклассического преобразования науки, он в отличие от Лоренца скорее боится не дожить до ответа на уже назревшие вопросы.

Биография — это повесть о жизни. К своей ботанической классификации К. Линней присоединил классификацию самих ученых. В ней фигурируют «биологи» — так Линней назвал тех, кто пишет биографии. Подобное совпадение старого и в общем забытого термина с современным названием науки о жизни приобретает глубокий смысл, если подумать о коллизии ограниченности жизни ин-

дивидуума и его бессмертия — участия индивидуума в бесконечном и необратимом росте власти человека над природой, в преобразовании мира и в преобразовании самого человека. Скорбь людей при окончании жизненного пути индивидуума тем больше, чем полнее он воплотил в своей деятельности некоторый этап духовной эволюции человечества. Биография, рассказ о жизни с ее неизбежным финалом и ее бессмертным итогом, всегда патетична, всегда включает утверждение, оправдание, апофеоз жизни, констатацию непреходящей ценности жизненного подвига героя и вместе с тем скорбную констатацию прекращения и неповторимости его индивидуального существования. Последнее тем неповторимее, чем в большей мере оно отражает бесконечную сложность мира. Современная неклассическая ретроспекция позволяет отчетливее увидеть в биографии Ньютона и неповторимость его индивидуальности, и продолжение в ней исторического прошлого, и свет и тепло, сохраняющиеся для будущего, для последующих поколений человечества.

И конечно, неклассическая наука усиливает восприимчивость человечества к свету и теплу, излучаемым прошлым. Вспыхнувший в 20-х годах общий интерес к личности Эйнштейна и к теории относительности был вызван интуитивной догадкой о том, что радикальные изменения в науке таят в себе возможность радикального воздействия на судьбы людей. Сейчас во много раз возросший интерес к науке основан уже не на интуиции, а на очевидности. Он направлен не только на науку XX в., но и на ее исторические истоки и на движущие силы истории науки в целом.

ВВЕДЕНИЕ

Современная ретроспекция открывает в творчестве Ньютона этап — один из самых решающих этапов — эволюции человеческой мысли. Чем глубже выявляется неповторимость Ньютона, тем отчетливее мы начинаем представлять себе связь Ньютона с основными направлениями философии XVII—XVIII вв. и, более того, роль классической физики в общей не только духовной, но и материальной истории человечества. Отсюда следует, что современная книга о Ньютоне должна адресоваться не только физикам, механикам и математикам, но и гораздо более широким кругам читателей *.

Широкий, далеко выходящий за традиционные профессиональные рамки интерес к науке — важный феномен истории познания и истории культуры в целом. Когда спрашиваешь себя, в чем его связь с неклассической наукой XX в., то на первый план выступает интегрализация современной науки,

* При этом следует учесть множество новых исследований, появившихся в 50—70-х годах (см., например, 25. 30. 31. 33. 35. 36. 40. 41. 42).

близость ее проблем к самым общим гносеологическим проблемам (высокая степень «внутреннего совершенства») и наиболее широкая экспериментальная проверка науки благодаря ее применению в производстве (высокая степень «внешнего оправдания»). Но именно указанные связи выявляют необратимость познания. Какие бы повороты, витки, возвращения назад ни включала история науки, в целом она направлена в одну сторону; время познания так же необратимо, как и время вообще. Более того, необратимость познания — необратимый переход от менее точных, менее конкретных сведений о мире к более точным, более конкретным, более обобщенным — и есть та составляющая культуры, которая делает необратимой ее историю. Речь идет не об индивидуальной мощи познающего разума — в этом отношении ученый XX в., даже самый крупный, даже Эйнштейн, вряд ли превосходит Ньютона, как и Ньютон вряд ли превосходит Платона и Аристотеля. Речь идет о необратимо растущей вооруженности интеллекта всеми итогами прошлого, о мощности его воздействия на производство и культуру, о широте того человеческого опыта, который переработан и обобщен в науке. Именно эта сторона науки и является предметом общего, а не только профессионального интереса.

Слово «ретроспекция» вовсе не означает вызова идей прошлого на суд современности и отнесения одних идей к классу заблуждений, а других — к классу предвосхищений современных представлений. Нет, здесь речь идет о поисках внутренних противоречий, толкавших науку к новым концепциям.

По отношению к Ньютону такие поиски очень сложны. Не только и не столько потому, что тра-

диционный портрет Ньютона делает его символом «классицизма» (В. Оствальд, разделяя ученых на «классиков» и «романтиков», определяет «классиков» по их сходству с Ньютоном). Подобный образ Ньютона легко может быть дополнен констатацией внутренней коллизии между строгим и стройным решением собственно механической задачи «Математических начал натуральной философии» (определение положения тел по действующим на них силам) и весьма неклассическим решением второй задачи (определение сил по положению тел). Более сложная проблема возникает в связи с тем, что концепция Ньютона изменила самые критерии научной истины — уже упоминавшиеся нами «внутреннее совершенство» и «внешнее оправдание», изменила соотношение логико-математического анализа и эксперимента, изменила самый стиль научного мышления. Поэтому изучение жизни и творчества Ньютона не может не включать помимо собственно исторических констатаций анализа инвариантов науки и таких преобразований, которые требуют новых, более общих инвариантов.

Мы уже не только сопоставляем каждое научное открытие с установившимися фундаментальными принципами, но и видим в нем аналог научной революции прошлого, зародыш, залог новой научной революции или повод к ней, нечто требующее дальнейшего преобразования фундаментальных принципов. При этом в поле зрения оказывается особый характер необратимости научного познания в революционные эпохи его истории.

В современной теории необратимости времени сохраняется введенное Х. Рейхенбахом разграничение *слабой необратимости*, которая состоит в нетождественности того, что произошло раньше, и того, что произошло позже, и *сильной необрати-*

мости, которая видна уже сейчас, в данный момент, без оглядки назад и без прогноза на будущее. В случае сильной необратимости прошлое и будущее как бы сжимаются в настоящем, в *теперь*. Прошлое еще не ушло, будущее уже налицо, они еще не разделены временны́м интервалом; то, что принадлежит прошлому, еще не стало прошлым, то, чему принадлежит будущее, еще не победило. Они сосуществуют и борются, и трещина между прошлым и будущим иногда проходит через жизнь и мировоззрение мыслителя. У великих мыслителей — всегда. Величие мыслителя — во включении в его творчество большого ряда идей прошлого и большого ряда идей будущего. Эти ряды сближаются, и здесь — в этом и состоит тайна гениального озарения — происходит необратимый переход познания на новый уровень, на новый круг. Подобный переход бывает подчас мучительным и трагичным, но он всегда остается триумфом познания, выражением его «сильной необратимости».

Таким отчасти трагическим триумфом было творчество Галилея, когда ренессансная полихроматическая, проникнутая эстетическими критериями мысль прошлого (еще не ставшего прошлым, еще живого) столкнулась с уже возникшим сухим и четким, опирающимся лишь на математику и эксперимент научным мышлением Нового времени. Это столкновение означало необратимый (в смысле «сильной необратимости») переход к еще большему сближению сенсуального образа и логической концепции; оно привело к устранению из картины мира сенсуально непостижимого центра мироздания, к появлению так или иначе связанных между собой физических представлений, философских понятий и логических норм, которым принадлежало будущее.

Подобная трещина проходила через творчество Максвелла. Это был переход от старого представления об электромагнитном поле как о некотором всепроникающем эфире, обладающем теми же свойствами, что и традиционные объекты механики, к новой, не механической (в конце концов подчинившей себе в XX в. механику) концепции поля. Механические модели эфира — это прошлое физики, которое уже было подорвано, но еще не исчезло. Немеханические представления — будущее, которое еще не реализовалось в однозначной концепции, но уже существовало. Теория Максвелла объединяет прошлое и будущее, она связана с прошлым, как его обобщение и завершение, и с будущим, как его начало. Здесь тоже сильная необратимость познания, тоже революционная ситуация в науке. Она соединила новые научные теории — электродинамику Ампера и Фарадея — со старыми, ньютонианскими принципами и вместе с тем показала, что «внутреннее совершенство» электродинамики требует трансформации этих принципов.

У Эйнштейна «сильная необратимость» познания соединила еще более далекое *раньше* с еще более далеким *позже*. В данном случае *раньше* — это вся эволюция классической науки, вся ее история и предыстория. *Позже*—теория относительности, которая еще и сейчас, после почти векового триумфального развития, не получила однозначного характера. Будущее науки — это соединение релятивистской теории космоса и квантовой теории микрокосма. Мы не знаем, когда будет сформулирована такая единая теория, но она уже сейчас входит в качестве «вопрошающего компонента», в качестве программы в теорию относительности.

Подобные коллизии у многих мыслителей обладают эмоциональным подтекстом, и именно они становятся внутренней, стержневой линией их биографий. Они-то и превращают историю познания в то, что Эйнштейн назвал «драмой идей», и выполняют требование Ж. Жореса: история должна показать не пепел прошлого, а его огонь. Важно отметить, что революционные периоды «сильной необратимости» познания свойственны и межреволюционным, так называемым органическим эпохам. Как уже говорилось, кривая познания идет вверх на всем своем протяжении. Крутые подъемы и соответствующие им биографические коллизии гениальных исследователей не исчерпывают историю познания, но определяют ее этапы. В сущности эти крутые подъемы и отличают гениальных мыслителей.

Отношение Ньютона к прошлому и к будущему — очень сложное отношение, но оно вполне укладывается в приведенную выше схему «сильной необратимости» познания. Для Ньютона прошлое — это прежде всего Галилей и Декарт, иными словами, картина тел, движущихся криволинейно (у Галилея) или прямолинейно (у Декарта) по инерции, без объясняющей их движение традиционной схемы «естественных мест» и других конструкций, распространенных до Галилея и Декарта. Это прошлое вошло в механику Ньютона. Если продолжить связи назад, то мы увидим за Галилеем философию Возрождения. Двигаясь от Ньютона вперед во времени, мы видим Максвелла — теорию силового поля, электродинамику. Дальше эта линия связи ведет к Эйнштейну. У Ньютона прошлое и будущее сжаты в *теперь*, в его системе понятие инерции фигурирует наряду с понятием силы, мир Ньютона — динамический

мир, силы объясняют движения тел, их положения в каждый данный момент. Но сама сила, ее природа, ее происхождение — вопрос, обращенный в будущее, или, лучше сказать, в будущее, которое входит в настоящее в качестве вопроса, еще не получившего ответа, еще не вызвавшего радикальной революции в характере научного мышления.

В сущности ньютоновская концепция зависимости движения от силы, с одной стороны, и зародыш всей теории поля — с другой, представляют собой не только основное противоречие в творчестве Ньютона. Это — отражение одной из самых фундаментальных коллизий бытия и познания. Гегель различает два компонента становления: возникновение (таким представляется становление, если рассматривать его как переход ничто в бытие) и прехождение, т. е. исчезновение бытия в процессе становления. В целом становление приводит к наличному бытию, к чему-то ставшему (9, 227—228). Но эта коллизия бытия является также коллизией познания. Основное противоречие в развивающейся, движущейся природе отображается в процессе ее познания. Развивающееся познание уходит от устойчивого наличного знания, оно включает научное, гносеологическое прехождение, причем последнее не всегда осуществляется гармонично и последовательно, оставляя наличное знание позади, в прошлом, и стремясь к новому наличному знанию как к перспективе будущего. Иногда они сосуществуют. Именно таковы моменты «сильной необратимости» научного познания, моменты научных революций. Такие революции растягиваются на десятилетия, их подготовка и их эффект — на столетия. Но обычно можно выделить сравнительно краткий период наиболее резкого столкновения, становящийся ру-

бежом эпох. Подчас таким рубежом оказывается творчество мыслителя, его произведения, его открытия. Тогда биография мыслителя или характеристика его произведения сливаются с анализом научной революции. К числу таких биографий принадлежит биография Ньютона, к числу таких произведений — «Математические начала натуральной философии». Они были завершением длительного периода, охватывавшего XVI в. и бо́льшую часть XVII в., высшей точкой «сильной необратимости», после которой начался период, когда продолжавшаяся трансформация представлений о мире уже не включала пересмотра наиболе фундаментальных принципов. Идеи Галилея, Декарта и Ньютона, понятие о космической криволинейной инерции обращающихся вокруг Солнца планет, о прямолинейной инерции, о зависимости ускорения от приложенной силы не только противостояли взглядам, существовавшим раньше, в прошлом, — они в самом своем содержании отображали необратимое движение науки. В XVII столетии, когда дифференциальное представление о движении от точки к точке и от мгновения к мгновению сменило старую аристотелевскую концепцию движения из чего-то во что-то, сама наука двигалась от мгновения к мгновению, демонстрируя свое движение в каждой новой научной концепции. Такими концепциями были «вопрошающие компоненты» теорий XVII в. У Галилея не было объяснено непрерывное отклонение планет от прямых направлений; у Декарта, нередко прибегавшего к произвольным гипотезам, чисто кинетические конструкции обходили стучавшиеся в двери науки динамические понятия; Ньютон не мог объяснить происхождение сил и предоставил богу первоначальный толчок, определяющий эллиптиче-

ские формы орбит. Во всех случаях подобный «вопрошающий компонент» открывал путь новым представлениям.

Есть нечто общее у всех этих еще не решенных, но неизбежно входящих в научную теорию проблем. В основе их — непрекращающееся воздействие новых фактов на теорию, постоянное воздействие «внешнего оправдания» на «внутреннее совершенство», неотделимость Логоса от Сенсуса. Ощущение такой неотделимости было началом научной революции XVI—XVII вв.

Возрождение было революцией познания, освободившей его от канонизированного Логоса, претендовавшего на божественное происхождение своих исходных идей и норм. Уже Данте отступил от «истины текста», средневековой ratio scripta, как критерия истины и внес в общественное сознание и культуру струю подлинно живых гетерогенных, меняющихся впечатлений. Искусство Возрождения сделало эту струю широкой рекой. Диктатура ratio scripta была сломлена. Тицианова Венера, как известно, нанесла католицизму больший удар, чем тезисы Мартина Лютера, но живопись и скульптура XV—XVII вв. сломали не только единовластие Ватикана, но и всю культуру неизменных, неподвижных, канонизированных норм. Эти нормы сами были абсолютизацией, закостенением витка познания — наука началась с поисков некоторой неподвижной основы явлений. Но в античной философии эта неизменная основа была неразрывно связана с сенсуальной стихией, с образами, с мышлением «народа-художника», как назвал когда-то греков Л. Брюнсвиг (см. 29, 50). Даже парадоксы Зенона — самое крайнее выражение идеи о неподвижности бытия — облекались в конкретные образы стрелы, черепахи, Ахиллеса,

Даже космология Аристотеля с диктатурой статики, с неподвижным центром и границами пространства, с «естественными местами» и движением из одного статического в иное, также статическое, даже она сочеталась в античной культуре с динамикой, с движением, с гераклитовым «все течет».

Неподвижные и недоступные сенсуальному постижению абсолюты, например «первый двигатель» Аристотеля, средневековая культура сделала канонами. Разум, освободившийся от Сенсуса, сдал свои позиции и уступил место «верую, ибо абсурдно» Тертуллиана и ссылкам на тексты, на scripta как основному критерию истины.

Конечно, это только самое первое, самое общее впечатление; дальнейшее приближение к реальному процессу позволяет увидеть в средневековье не только идеи номинализма, не только живую и многоцветную карнавальную культуру, но и непрерывное возрастание значения сенсуальных образов и связанных с ними понятий. Но диктатура принадлежала scripta, канонам, абсолютам.

Возрождение разрушило эту диктатуру. Реформация изменила характер религии — потерпели поражение самые устойчивые каноны, ссылки на творения отцов церкви. Затем буржуазная революция в Нидерландах и английская буржуазная революция XVII в. продемонстрировали зависимость религиозных и моральных норм и представлений о мире от земного, неканонизированного человеческого опыта. Освобождение картины мира от канонизированной традиции и было главной предпосылкой научной революции XVI—XVII вв., а ее завершением стали «Математические начала натуральной философии».

Такой смысл «Начал» — освобождение от ссылок на понятия, лишенные «внешнего оправдания» и вытекающие только из scripta, — был заслонен ньютоновыми абсолютами — абсолютным пространством и абсолютным временем, а также фикцией мгновенного (тем самым сенсуально непостижимого) распространения сил, общей невыясненностью природы сил. Эйнштейн освободил физику от этих абсолютов. Относительное движение, т. е. нечто сенсуально постижимое, стало исходным понятием науки. Теория относительности противоположна ньютоновскому представлению об абсолютном движении единственного тела в бесконечном пустом пространстве, представлению, очевидно, неуместному в системе понятий, принципиально допускающих чувственные аналоги. Если подойти к теории Эйнштейна и к теории Ньютона с таким весьма общим критерием, если увидеть в них последовательное освобождение картины мира от сенсуально непостижимых «сущностей», то в качестве *раньше* для концепции Ньютона фигурирует Возрождение, а в качестве *позже* — теория Эйнштейна.

В свете этого *позже*, в свете теории Эйнштейна, становится ясным, что «пятна на солнце ньютоновой механики» (абсолютное движение, действие на расстоянии, первоначальный толчок — все это встречало возражения уже в XVII—XVIII вв.) представляют собой вопросы, ответ на которые был получен в XX в. Таким образом они входят в историю науки. Сопоставление современной науки с наукой Возрождения выявляет то сохранившееся и поныне представление о мире и о его познании, которое было результатом научной революции XVI—XVII вв., господствовало в XVIII—

XIX вв. и подверглось революционному преобразованию в XX в.

В чем отличие и в чем сходство между началом научной революции XVI—XVII вв. и ее завершением в творчестве Ньютона?

О сходстве уже говорилось. И мыслители Возрождения, и Ньютон заменяли ссылки на канонические тексты, потерявшие связь с «внешним оправданием», ссылками на наблюдения, эксперименты (хотя бы мысленные), на прикладную механику. Различие бросается в глаза. Оно заключается не только в идеях — это прежде всего биографическое различие. Достаточно сравнить Ньютона хотя бы с Леонардо да Винчи, Пико делла Мирандола или Джордано Бруно. Ньютон тоже занимался многими отраслями знания, впрочем в то время неразрывно связанными друг с другом, писал богословско-исторические труды, был директором Монетного двора, членом парламента. Но такой универсализм весьма далек от бурной энергии титанов Возрождения, которая блестяще охарактеризована Ф. Энгельсом в старом введении к «Диалектике природы» (см. 1, *20*, 346).

Принадлежал ли Ньютон к титанам? Применим ли к нему этот эпитет, явно связанный не только с интеллектуальным гением, но и с резонансом творчества в познании и преобразовании мира?

Применим, если иметь в виду не тихую жизнь кембриджского профессора, а ее суммарное воздействие на познание и преобразование мира. Классическая механика и дифференциальное исчисление придали науке то, что Энгельс называл научной формой, и это определило чрезвычайно важные направления развития цивилизации в эпоху, которая отделяет французскую буржуазную

революцию от английской. Энгельс в статье «Положение Англии. Восемнадцатый век» писал: «...науки приняли в восемнадцатом веке свою научную форму и вследствие этого сомкнулись, с одной стороны, с философией, с другой — с практикой. Результатом их сближения с философией был материализм (имевший своей предпосылкой в такой же мере Ньютона, как и Локка), эпоха Просвещения, французская политическая революция. Результатом их сближения с практикой была английская социальная революция» (1, *1*, 608).

Эти строки, написанные Энгельсом в 1844 г., уже показывают «когти льва» по смелости и широте мысли. Они раскрывают величайшие потенции классической науки, способной преобразовать мир.

Мы подошли к одному из наиболее важных вопросов, связанных с творчеством Ньютона. Тот факт, что из декартовой инерции, гюйгенсовой центробежной силы, кеплеровых законов движения следует новая система мира, бесспорен. Но здесь была и другая предпосылка. Синтез предшествующего не мог быть сделан без интуитивной догадки о тождестве центростремительных сил, удерживающих планеты на их орбитах, и тяжести. Известный рассказ об упавшем яблоке, подсказавшем Ньютону теорию тяготения, бесспорно, подтверждает существование интуитивного компонента познания. Но интуиция — результат сложных и часто неявных дедукций и ассоциаций, связывающих данное открытие с множеством понятий, обобщений, экспериментов и наблюдений. Очень часто интуиция предваряет применение новых логических норм, новой логики, металогический переход. Ньютоновское объяснение движения тел означало трансформацию старой аристотелевской логики. Она была

бивалентной, т. е. применяла лишь две оценки — «истинно» и «ложно» — к суждению о положении тела в «естественном месте»: первая соответствовала покою, вторая — движению. Такая логика достаточна для аристотелевского движения из чего-то во что-то. Логика Ньютона — бесконечно бивалентная, она задает вопрос, находится ли тело на своей действительной траектории, для всех бесчисленных точек и мгновений. Подобный переход от одной логики к другой — металогический переход — не может быть логическим выводом, продолжением дедукции «если высказывание A_n истинно, то истинно и высказывание A_{n+1}». Здесь требуется некоторое интуитивное озарение, ассоциация новой идеи с неопределенным, может быть даже бесчисленным, множеством возможных демонстраций «внешнего оправдания» и «внутреннего совершенства», нечто напоминающее замечание Моцарта о «мгновении, когда слышна вся еще не написанная симфония».

Если включить в логику научного развития наиболее важные, определяющие его необратимость моменты, то эта логика перестает быть чем-то чисто внутренним, она отображает всю совокупность эмпирических впечатлений, производственно-технического опыта, социальных движений, экономических сдвигов, классовых битв, политических событий, общественную психологию, религиозные движения.

Характеристика подобных импульсов научного творчества — английской буржуазной революции XVII в. и Великой французской революции дана в следующих строках К. Маркса:

«Революции 1648 и 1789 годов не были *английской* и *французской* революциями; это были революции *европейского* масштаба. Они представля-

ли не победу *определенного* класса общества над *старым политическим строем;* они *провозглашали политический строй нового европейского общества.* Буржуазия победила в них; но *победа буржуазии* означала тогда *победу нового общественного строя,* победу буржуазной собственности над феодальной, нации над провинциализмом, конкуренции над цеховым строем, дробления собственности над майоратом, господства собственника земли над подчинением собственника земле, просвещения над суеверием, семьи над родовым именем, предприимчивости над героической ленью, буржуазного права над средневековыми привилегиями. Революция 1648 года представляла собой революцию семнадцатого века по отношению к шестнадцатому, революция 1789 года — победу восемнадцатого века над семнадцатым. Эти революции выражали в гораздо большей степени потребности всего тогдашнего мира, чем потребности тех частей мира, где они происходили, т. е. Англии и Франции» (1, *6*, 115).

Вскрыть механизм воздействия экономических, политических и культурных сдвигов на индивидуальность мыслителя, сформулировать собственно исторические истоки его творчества — в этом и состоит главная задача биографической книги. Чем полнее ученый отображает эпоху, тем ярче, оригинальнее, неповторимее его личность и его творчество. Ньютон отобразил начальный этап того периода, который отделяет французскую буржуазную революцию от английской. Ученый — современник Кромвеля не мог не отличаться от ученого — современника Робеспьера. И все же происшедшие в течение столетия изменения, которые легко обнаруживаются, если сравнить середину и вторую половину XVII в. с концом XVIII в., не включаются в

каждое *теперь* в рамках указанного периода, не демонстрируют «сильную необратимость» познания, не образуют локальной, индивидуальной коллизии в мировоззрении отдельного ученого. Как уже отмечалось выше, в XVIII в. наука, по словам Ф. Энгельса, приняла научную форму. Возникли новые исходные принципы, новые логические нормы, сформировалось общее представление о динамической (а не статической) гармонии бытия, дифференциальное представление о движении от точки к точке и от мгновения к мгновению.

В чем же состояла новая, собственно научная форма науки?

Прежде всего наука обрела собственный язык. Это был язык математики. Мысль Канта о том, что в каждой науке столько научного, сколько математического, была выражением данного факта, а псевдоматематическая форма множества не нуждавшихся в ней трактатов XVIII в. в сущности пародировала его. В XVII в. были созданы математические основы классической науки, но физические конструкции их создателей еще не включили разветвленного математического аппарата и не выявили его эвристической силы. Это было делом XVIII века и последующего столетия. К началу XIX в. в распоряжении физики уже был самостоятельный, освободившийся от метафизики язык. Для XVIII и XIX веков руководящим принципом стала формула Ньютона: «Физика, берегись метафизики». Метафизика сохраняла в значительной мере внешнюю, кажущуюся связь с положительными науками. «Но уже в начале XVIII века эта мнимая связь была уничтожена. Положительные науки отделились от метафизики и отмежевали себе самостоятельные области. Всё богатство метафизики ограничивалось теперь только

мысленными сущностями и божественными предметами, и это как раз в такое время, когда реальные сущности и земные вещи начали сосредоточивать на себе весь интерес. Метафизика стала плоской» (1, 2, 141). Поиски нового «внутреннего совершенства» неклассической наукой означали отнюдь не возврат к традиционной натурфилософии, а соотнесение конкретных результатов естествознания с самыми общими определениями пространства, времени, движения и вещества, с концепцией «Вселенной в целом», т. е. «объекта, созданного в одном экземпляре», с фундаментальными проблемами бытия и познания. В этой связи, возвращаясь к началу настоящего введения, отметим, что философский характер книги о Ньютоне, как и другие вводные характеристики ее содержания и жанра, связан с неклассической, квантово-релятивистской ретроспекцией: нынешняя связь естествознания с философией заставляет искать те инварианты познания, которые определяют непреходящее историческое значение творчества Ньютона, его воздействие на необратимое развитие представлений о бытии.

Вернемся к ньютоновскому «Физика, берегись метафизики». Наука XVIII в. в значительной мере основывалась на этом принципе. Что при этом физика выиграла и что проиграла? Натурфилософия XVI в. была началом нового воззрения на мир, основанного на убеждении в его принципиальной сенсуальной постижимости. Культура XV—XVI вв. показала человеку окружающий мир в его эмпирическом многообразии. В следующем столетии сенсуальная постижимость мира была провозглашена основой его единства. Рационалисты XVII в., и в первую очередь Декарт, были достаточно близки в этом смысле к сенсуалистам.

И те и другие не особенно интересовались деталями научной картины мира и видели критерий истины в логической непререкаемости общих принципов. Сенсуалисты XVII в. были рационалистами в том смысле, что примат чувственного восприятия они обосновывали логическими конструкциями. После Ньютона, вернее начиная с Ньютона, положение изменилось. Наука стремилась к эмпирической и рациональной достоверности всех деталей картины мира. Фейербах говорил о Лейбнице и Спинозе, что первый смотрит на мир в микроскоп, а второй — в телескоп. Ньютон выдвинул требование объяснить показания микроскопа и телескопа едиными законами. Эта программа не была выполнена, но она осталась в силе. Фактический уход Ньютона от ответа, или, что то же самое, колебания в вопросе о среде, передающей тяготение, не помешал XVIII и XIX столетиям искать целостного решения, единой картины мира. Отсюда — двойственное отношение к Ньютону: в законах движения видели идеал познания, а то, что было началом теории поля (если вопрос считать началом ответа), рассматривали как нечто требующее отказа от первоначальных идей, требующее дальнейшего развития физики.

Это видели в XVIII в. (Вольтер) и еще более ясно — в XIX в. Но то, чего тогда не видели и что представляет особенный интерес для биографии Ньютона, стало явным в XX в. Коллизия завершенных, установившихся истин и поисков новой истины вызвала острую идейную борьбу. Борьба между сторонниками и противниками Ньютона была хорошо известна современникам; в течение XVIII и XIX вв. она породила многочисленную полемическую, а затем историко-научную литературу. Но на протяжении XVII—XVIII вв.

полемика между ньютонианцами и их по преимуществу континентальными оппонентами включала, с одной стороны, весьма успешные попытки развития ньютоновой механики и дифирамбы в адрес «Математических начал натуральной философии», а с другой — критику принципа действия на расстоянии и попытки (в XIX в. — успешные) построения теории поля на основе принципа близкодействия, а также критику идеи «первоначального толчка», приведшую к космогоническим гипотезам. Но классическая физика была далека от представления о «темных пятнах» ньютонианского солнца как о вопросах, ответ на которые станет радикальным преобразованием науки. Синтез механики и теории поля — создание теории относительности, подчинившей механику теории поля, и квантовой механики, которая ввела движения дискретных тел в непрерывное поле, — не мог не привести к новой оценке творчества Ньютона и значения его идей в истории познания.

Глава I

ЭПОХА

Ньютон родился в 1643 г., через год после смерти Галилея, а умер в 1727 г., когда уже родился Кант. Он пережил все события английской революции. Чтобы обнаружить связь творчества Ньютона с историей Англии второй половины XVII в. и начала XVIII в., необходимо, как уже было сказано, увидеть в английской революции итог двухвекового перехода от средневековья к Новому времени. И вместе с тем истоки творчества Ньютона и его значение для необратимого развития цивилизации выявляются при анализе периода, начавшегося английской революцией 1648—1653 гг. и закончившегося Великой французской революцией.

Возрождение помимо новых научных представлений о мире внесло в мировую культуру, в самосознание науки идею суверенитета научного знания, мысль о достоверности представлений, обладающих тем, что в наше время было названо «внешним оправданием» и «внутренним совершенством». Именно в этом значение основных натурфилософских и естественнонаучных идей Возрождения, Постренессанса и Нового времени. Как

модифицировалась идея суверенитета разума, как происходила эмансипация науки в рамках итальянского Возрождения, северного гуманизма, Реформации и английской революции? Каким образом этот процесс отразился на генезисе идей Ньютона?

Подобная постановка вопроса означает некоторый пересмотр представлений об их исторических корнях. Существуют концепции, непосредственно связывающие классическую науку XVII в. с идеями парижских номиналистов, главным образом Николая Орема и Жана Буридана, а также с поздней средневековой английской схоластикой XIV и даже XIII в. Действительно, парижские номиналисты и оксфордские «калькуляторы» высказали немало новых представлений о пространстве, времени, движении, веществе и сформулировали некоторые новые математические идеи. Но это не было переворотом в мировоззрении и не было ступенью необратимого развития новой науки. К концу XIV в. схоластика зашла в тупик и продемонстрировала невозможность создания новой картины мира без разрыва с перипатетизмом и со всем интегральным стилем средневекового мышления. Но только в XVII в. произошел радикальный перелом. Трудно найти более яркую иллюстрацию неотделимости исторического развития науки от общекультурного прогресса, от изменения стиля мышления о мире, от преобразования самых фундаментальных гносеологических представлений. Основой такого преобразования, как уже говорилось, была идея суверенности науки, противопоставленная каноническому мышлению средневековья, статической космологии, вере в незыблемость и сакральность текстов Писания и трудов отцов церкви.

Такое противопоставление — итог итальянского Возрождения — перешагнуло через Альпы и стало существенным элементом Возрождения в Северной Европе. Современная ретроспекция, уделяющая большое внимание преобразовательным тенденциям, «вопрошающему компоненту» научного прогресса, показывает прямую связь итальянского гуманизма с генезисом классической науки. П. Дюэм и Э. Торндайк видели в гуманизме некоторый антракт собственно научного прогресса, когда эстетика и философия, поиски и комментирование античных рукописей, теология и история, вообще «гуманитария» отвлекли человечество от естественнонаучных интересов. Но главное направление развития классической науки — возникновение новых критериев истины, установление связи между «внутренним совершенством» и «внешним оправданием», отказ от ratio scripta — было подготовлено взлетом сенсуального постижения мира, искусством Возрождения, гуманистическим интересом к человеку, преобразующему мир.

В этой связи следует напомнить о том, что гуманисты не только положили начало научной литературе на национальных языках, но и создали новую, очищенную латынь. «Диалог» Галилея был написан по-итальянски, «Начала философии» Декарта — по-французски, язык ньютоновых «Математических начал натуральной философии» — латынь, впитавшая все итоги гуманистической критики.

Итальянский гуманизм и его заальпийский резонанс подготовили классическую науку еще в одном отношении. Космическая инерция Галилея, прямолинейная инерция Декарта, законы Кеплера, центробежные силы Гюйгенса были непосредственной основой закона тяготения, ньютоновой си-

стемы мира и в конечном счете всей классической механики XVII в. Но предпосылкой этой линии, идущей от Коперника к Ньютону, была десакрализация картины мироздания. Система Аристотеля и Птолемея, геоцентризм (покончивший с абсолютным различием «верха» и «низа», но основанный на абсолютном различии «низа» как центра мироздания и «верха» как его периферии) соединили топографическую иерархию «низа» и «верха» с моральной и религиозной иерархией. Такое соединение «низа», или «земли», с «верхом», или «небом», сохранилось в современном языке («низкий поступок», «небесное блаженство»), но для перехода к классической науке и к культуре Нового времени в целом требовалось предварительное разрушение сакрального и тем самым абсолютизирующего понимания пространства. Такая же десакрализация и соответственно релятивирование произошли с понятием времени: оно лишилось абсолютизировавших его священных дат. В XVII в. десакрализация природы еще не противостояла религии явно и прямо, но уже внесла в науку идею однородности и относительности пространства и времени — идею, которой предстояло освободиться от абсолютов только в XX в., в теории относительности Эйнштейна.

Воздействие выдвинутой итальянскими гуманистами идеи суверенности разума на развитие науки, которое привело к генезису классической механики, не было непосредственным. Ни Галилей, ни Декарт, ни Ньютон не читали произведений гуманистов-натурфилософов. Тот критерий идейной связи, который сформулировал П. Дюэм в подзаголовке своей книги о Леонардо да Винчи («Кого он читал и кто его читал»), в данном случае совсем не подходит (см. 32). Существовал какой-

то общий, главным образом психологический, результат натурфилософии, искусства, живого обсуждения идей, ставших анонимными вследствие своей распространенности, какой-то общекультурный потенциал, освободивший мышление от канонических запретов и таким образом подорвавший господство текстов (ratio scripta), как и господство монашеских орденов, конгрегаций, университетов, стоявших на страже scripta. Северный гуманизм отличался от итальянского более явной связью религиозных, натурфилософских, эстетических и моральных идей с борьбой общественных групп. Различные группы гвельфов и гибеллинов в Италии XIV—XVI вв. не связывали свои столкновения с различием в мировоззрении. У Иоганна Рейхлина, Эразма Роттердамского и Ульриха фон Гуттена самые отвлеченные идеи ведут в конце концов к тем или иным позициям в общественной борьбе. Последняя происходила по преимуществу в форме религиозной распри, и критерий «что следует из данной идеи для хода религиозной борьбы?» прямо или косвенно, сознательно или бессознательно играл роль при обсуждении (включая «внутренний диалог») и выработке новых представлений о мире. Реформация предоставила каждому человеку принципиальную возможность черпать свои религиозные воззрения непосредственно из Библии и Евангелия, не пропуская их через густой фильтр канонизированной средневековой схоластики. Лютер и Меланхтон враждебно относились к идеям Коперника, Сервет — и не он один — пал жертвой протестантской церкви, но при всем том атмосфера Реформации и религиозных войн создавала культурный потенциал, подтачивавший каноническую средневековую традицию. Подчеркнем еще раз: для

северного гуманизма и для Реформации особенно важны не логические связи — «кого он читал», — а менее явное, но несомненное влияние общего, результирующего стиля мышления на развитие науки. Здесь движущей силой познания служит эпоха как сумма всех экономических, политических, культурных и социально-психологических особенностей цивилизации.

Реформация дала начало ряду идейных течений, общественных движений и религиозных войн, преобразовавших карту Европы, лишивших католицизм его духовного единодержавия и во многом повлиявших на экономическую, политическую и культурную жизнь европейских стран. Для науки весьма существенной стороной Реформации стал плюрализм церковной догматики. Католическая церковь была единой. Духовная юрисдикция архиепископов, Сорбонны, догматические разногласия между теологами различных орденов не отменяли единой для всего католического мира канонизации текстов, единой духовной цензуры, единых инквизиционных критериев. Реформация, напротив, привела к множественности церквей, причем такая множественность была явно связана не с «божьим градом» (civitas dei) Августина, а с «земным градом» (civitas terrena). Однако эта множественность приобретает религиозное обоснование, она связана с основной посылкой Реформации — идеей о возможности непосредственного общения с богом, без посредничества церкви. Отсюда оправдание не только civitas terrena, но и земного, эмпирического, сенсуального постижения бога в его творениях.

Очень важной для эволюции религиозных представлений после Реформации была внутренняя перестройка теизма, появление внутри теистических

воззрений новых тенденций. Такая перестройка происходила и в католической церкви, но Реформация ее усилила. Этот результат Реформации явным образом связан с наукой XVII в. Реформация поставила на место централизованной и космополитической иерархии католицизма новые религиозные инстанции — от национальной епископальной церкви в Англии до неиерархических групп. Этот процесс привел к значительному усилению подвижности религиозной догматики. Ревизия догматов, происходившая и в средние века, стала интенсивнее в протестантских странах. Здесь она была в гораздо большей степени связана с неканонизированным мышлением и освобождалась от сурового подчинения канонам. Происходило это в странах, где уже не только средиземноморская торговля и связанная с ней промышленность, но и новые, «атлантические» области человеческой практики быстро расширяли человеческий опыт. Для догматики католицизма критериями истинного представления о боге, рае и аде были канонизированные тексты. Если человек оказывается перед природой без промежуточной системы канонических понятий, если длительная полемика против реальности этих понятий подтачивает такое средостение между чувственными восприятиями и логическими дедукциями, то религия сенсуализируется. Человек всегда исходил из своего опыта при формировании представления о божестве, но этот процесс завершился повторением традиционных образов, т. е. тем, что уже не требовало явного сенсуального обоснования. Уже Данте населил ад, чистилище и рай, не слишком считаясь с традицией и текстами. Возрождение сделало схоластическую стену между эмпирией и логикой еще менее прочной, а Реформация повер-

нула религию к ее сохранившим сенсуальный характер истокам, отринув диктатуру богословской догматики, творений отцов церкви, канонизированного перипатетизма. Протестанту было гораздо легче, чем правоверному католику, ссылаться на сферу земного бытия, на сферу опыта, особенно нового, нетрадиционного опыта, указывать на венецианский арсенал как на исходный пункт логических абстракций, как это сделал Галилей в «Беседах и математических доказательствах, касающихся двух новых отраслей науки» (изданных в Голландии, за пределами католической контрреформационной реакции).

Напомним здесь случай с упавшим яблоком, подсказавшим Ньютону идею о всемирном тяготении. Интуиция Ньютона была гениальной — она привела его от конкретного наблюдения к новой системе мира. Точнее, это было совпадение в одном мгновении наблюдения и обобщения его на бесконечный мир. Ньютон видел яблоко и вместе с тем думал о нем, и мысль о яблоке была sub specie aeternitatis. Она охватывала бесконечное время и бесконечное пространство. На этом пути от видимого конечного к мыслимому бесконечному существовал барьер — фетишизация мыслимого бесконечного в виде богословских текстов, описывающих непространственную, вневременную и сенсуально непостижимую сущность бытия.

Указанный барьер был в значительной мере снят Реформацией. В Англии это проявилось особенно отчетливо. Протестантская идея непосредственного общения с богом, минуя разработанную церковную догматику, переносила религию в область непосредственного изучения «мудрости творца».

В первой из Бойлевских лекций (они читались с 1692 г. по завещанию Роберта Бойля «в защиту

христианской религии против неверных») Р. Бентли говорил, что не священными книгами нужно опровергать атеизм, а «мощными томами видимой природы и вечными таблицами здравого разума». Здесь сразу же возникает ассоциация с «Математическими началами натуральной философии». Конечно, программа Бентли — это программа религиозного использования науки, ее подчинения апологетическим задачам церкви. Но и религиозное использование науки основывается на познании «видимой природы», т. е. на эмпирическом познании, и на «вечных таблицах здравого смысла», т. е. на логических дедукциях. Для решения апологетических задач может быть применена полученная в результате эмпирических наблюдений и логических выводов схема мироздания без согласования ее со священными книгами. Конечно, для религиозной апологетики будут использованы неразработанные части этой схемы, ее неясности и противоречия. Мы увидим, что так и произошло.

Рассмотрим в более общей форме проблему зависимости науки от развития цивилизации, от экономических, социальных и политических событий, от развития общественных, философских и религиозных идей. Революции в науке, и в их числе научная революция XVI—XVII вв., результатом которой был генезис классической механики, иллюстрируют условность разграничения того, что отражает влияние общеисторического процесса на науку, и того, что порождено внутренней логикой науки. Выше говорилось о «сильной необратимомости» научного прогресса, о спрессованных *раньше* и *позже* науки, об их конфронтации и борьбе как существенной характеристике научной революции. Теперь следует несколько подробнее рас-

смотреть механизм такого сближения *раньше* и *позже*.

В основе его лежит неотделимость познания мира от его преобразования. Наука — это каузальное познание мира, познание причинных связей, которые выявляются при воздействии на мир, при его изменении. Но изменение мира — отнюдь не линейная пассивная функция процесса познания; оно происходит по собственным законам, оказывает влияние на стимулы и формы познания. Резкие повороты единого исторического потока превращают собственно логический ряд последовательных приближений в реальный исторический процесс, где осуществляются переходы к новой, более сложной логике, где наблюдение, эксперимент, практика, цивилизация в целом создают историческую картину, не сводящуюся к хронологически определенному логическому ряду, ускоряют переход от *раньше* к *позже*, сближают и сливают их, делают их определениями противоречивого *сейчас*.

Английская революция была таким историческим рычагом, столкнувшим и соединившим в *сейчас* научные идеи, господствовавшие *раньше*, и другие, новые представления, — рычагом, объясняющим напряженность и «сильную необратимость» научного прогресса во времена Ньютона — в последней четверти XVII и в первой четверти XVIII столетия. Мы можем назвать творчество Ньютона «зеркалом английской революции» по аналогии с ленинским определением творчества Толстого.

При всей условности такой аналогии она оправдывается тем, что противоречия в идеях Ньютона так или иначе связаны с противоречивым характером английской революции XVII в., происходившей в религиозной форме и открывшей до-

рогу радикальным антитеологическим выводам мыслителей следующего поколения.

Конечно, здесь нужна оговорка. Мировоззрение Ньютона было прежде всего зеркалом объективного мира, отображением объективной действительности. Зеркалом отнюдь не адекватным оригиналу, отображением неполным, неточным, приближенным, как и каждая картина мира. Своеобразным зеркалом, содержащим возможности дальнейшего бесконечного и необратимого приближения к оригиналу. Но именно этот бесконечный динамизм науки требует учета ее зависимости от общеисторического процесса (зависимости не содержания науки, а хронологической и пространственной локализации ее исторических шагов), и прежде всего разъяснения, почему в данное время была возможна именно такая степень приближения науки к объективной действительности.

Прежде чем говорить об особенностях и противоречиях английской революции, необходимо дать ее хронологическую канву — привести краткий перечень основных событий, включая и предреволюционное и послереволюционное время.

Еще в 30-х годах XVI в. Генрих VIII ликвидировал зависимость англиканской церкви от папы. «Акт о супрематии» 1534 г. сделал короля главой новой англиканской церкви. Английские сторонники Кальвина — пуритане начали отделяться от англиканской церкви с 1567 г. Во время революции государственной церковью стала кальвинистская пресвитерианская церковь, но против нее выступили индепенденты — сторонники полной самостоятельности церковных общин, и вскоре пресвитерианская церковь была уничтожена. Реставрация Стюартов восстановила англиканскую церковь, которая в конце XVII столетия, после переворота

1688—1689 гг., в значительной мере приблизилась к кальвинистской. Для кальвинизма в целом и для английских кальвинистов в особенности характерен более или менее последовательный отказ от иерархической структуры, которая не была уничтожена английской Реформацией, сохранившись в англиканской церкви, и, что особенно важно, отказ от единообразия и канонической неподвижности догматов. В целом кальвинизм был направлен против ratio scripta в защиту строго логического обоснования религиозных и моральных концепций. В Англии движение мысли в таком направлении не было прервано реставрацией и в конце века получило добавочные импульсы.

Перейдем к краткому изложению событий. В 1640 г. Карл I распустил только что созванный парламент (он получил название «короткого»), но был вынужден созвать новый («долгий») парламент, который отказался подчиниться королю и ограничил рядом актов прерогативы короны. В 1642 г. король начал гражданскую войну против парламента. Парламентом в это время руководили пресвитериане, выражавшие настроения лондонской буржуазии и оппозиционной части палаты лордов. Более радикальные круги образовали партию индепендентов. Они составили ядро революционной армии, которую возглавил Оливер Кромвель. В 1645 г. войскам роялистов было нанесено решающее поражение. В 1648 г. гражданская война возобновилась. Она вскоре закончилась победой парламентской армии и захватом в плен Карла I. В 1649 г. король был казнен, палата лордов упразднена и Англия объявлена республикой. Позже, в 1653 г., власть перешла к Кромвелю, получившему титул лорда-протектора. В 1660 г. произошла реставрация Стюартов. Королем стал сын

казненного Карла I — Карл III. В царствование Карла III и его преемника Якова II усилилась роль католиков. Парламентская оппозиция призвала на английский престол правителя Нидерландов Вильгельма Оранского. Он высадился с войском в Англии в 1688 г. и в начале 1689 г. стал королем. Переворот 1688—1689 гг. получил название «славной революции».

Какие необратимые процессы пробивали себе дорогу через конфликты, войны, реставрации и повторные революционные взрывы, заполнившие эту хронологическую канву?

Если говорить о потребностях Англии, то период от революции 1648—1653 гг. до «славной революции» принес стране торговое преобладание, навигационные акты Кромвеля, развитие промышленности — развитие практического опыта и технических запросов, которые были так тесно взаимосвязаны с наукой. В Англии XVII в. мы видим только первый акт «победы просвещения над суеверием» — радикальной победой стал век Просвещения на континенте. Первый акт состоял в значительной дискредитации католического догматизма в русле кальвинистской религиозности. В Англии не было диктатуры католицизма, не было инквизиции, не было конгрегаций. Католицизм не только в Англии, но и в католической Ирландии был по существу блокирован, он стал обороняющейся стороной и даже в лучшие для него времена, после реставрации Стюартов, не мог претендовать на духовную гегемонию. Реформированная церковь также не могла выдвигать подобные претензии. Она была разделена на враждующие направления. Тот факт, что революция происходила в религиозной форме, делал саму религию более пластичной. Она ожидала помощи от науки, от «мощ-

ных томов видимой природы и вечных таблиц здравого разума»; от этих «томов» и «таблиц» уже не требовали соответствия с каноническими текстами. Требовали однозначности выводов и единства картины мира. В заключении «Математических начал натуральной философии» Ньютон говорит о Солнечной системе, какой она представляется в свете механики: «Такое изящнейшее соединение Солнца, планет и комет не могло произойти иначе, как по намерению и по власти могущественного и премудрого существа» (3, 200).

Следует подчеркнуть отличие теологической концовки «Начал» от средневековых по своему духу, внешних по отношению к науке, основанных на текстах запретов и от оговорок об условности картины мира, противоречащей церковным канонам. Теологические выводы Ньютона связаны с нерешенными в «Началах» проблемами.

Таким образом, мы явственно видим связь внутренней логики познания, его внутренних логических коллизий и внешних воздействий эпохи. Связь эта настолько существенна, что само разграничение внутренней логики и внешних импульсов становится весьма условным. Такая связь определяет основное содержание биографии ученого. Основным содержанием научного творчества Ньютона стал синтез всего, что было известно о движении тел. Но такому синтезу противостояла физическая нерасшифрованность сил, зачаточная, неразвитая теория поля. Стремление к единству картины мира наталкивалось на этот барьер, и именно здесь во внутреннюю логику науки включались внешние импульсы, и в их числе — характерная для эпохи Ньютона связь науки с разработкой религиозных идей. Для посмертной эволюции идей Ньютона характерно другое. Если теория поля —

физическая расшифровка учения о силах — создается в основном в XIX в., то уже в XVIII в. ньютонианство становится на континенте основой деизма, а затем и атеизма. Эта эволюция связана с философской и общественной мыслью, подготовившей Великую французскую революцию.

Каждый из двух полюсов взаимодействия — творчество Ньютона и та совокупность импульсов и условий, которая названа его эпохой, — представляется теперь уже не единым, а противоречивым. Эпоха характеризуется коллизией религиозной формы и социальной сущности английской революции; творчество Ньютона — коллизией последовательной каузальной картины движения тел под влиянием приложенных к ним сил — и «вопрошающего компонента» — физически нерасшифрованного понятия силы. Взаимодействие этих внутренних коллизий — коллизии творчества Ньютона и коллизии эпохи — заставляет по-новому взглянуть на одну весьма общую проблему научного, а также художественного творчества.

Речь идет о проблеме гениального творчества. Мало кому так единогласно (и, заметим, справедливо), как Ньютону, присваивается титул гения. Проблему гениальности, и в частности проблему гениальности Ньютона, можно рассматривать, используя понятия «сильной необратимости» познания и научной революции. Традиционное представление о гениальном научном творчестве связывает его с очень высоким уровнем общности, достоверности, с непререкаемостью и законченностью результатов, с их классическим характером. В наше время представление о гениальном творчестве неизбежно становится иным, такому творчеству должен быть приписан совсем не классический, а скорее, по классификации В. Оствальда, романтиче-

ский и даже трагический компонент. Гениальное научное обобщение стягивает в *сейчас* очень далекое *раньше*, очень далекое *позже*, и мера такого обобщения старого и нового, исторический интервал между ними, радикальность перехода, антагонизм между прошлым и будущим, глубина конфликта между объединенными в *сейчас* идеями, которым принадлежит будущее, и идеями, уходящими в прошлое, одним словом, мера «сильной необратимости» познания становится мерой гениальности.

Поэтому гениальное обобщение всегда связано с вопросом, с нерешенной проблемой; гений всегда видит контуры еще не достигнутых вершин, он охватывает понятия и идеи, еще не получившие отчетливой логической расшифровки или устойчивого экспериментального обоснования, он интуитивно угадывает еще не реализованное «внутреннее совершенство» или «внешнее оправдание». Аналогичным образом гениальное художественное произведение сохраняет нечто, еще не поддающееся сальерианскому сведению гармонии к алгебре, звучание еще не написанной, еще не ставшей однозначным рядом звуков симфонии. Да и законченная симфония обладает бесконечным множеством еще не выраженных, только угаданных чувств, образов и идей. Александр Блок в своей речи над могилой Врубеля говорил, что художник угадывает нечто, прозвучавшее на незнакомом ему языке. Такая принципиальная незавершенность эстетического и научного познания мира имеет объективную основу; она связана с бесконечной сложностью постигаемого мира, и, чем большую сложность, большую многоплановость, большую размерность картины мира постигает мыслитель или художник, тем глубже и адекватнее он отображает мир. Мы приходим к «топологической» кон-

цепции гениальности: чем сложнее то, что мы называем эпохой, чем больше размерность познаваемого и преобразуемого мира, чем теснее связан мыслитель с эпохой, тем труднее укладывается его творчество в сальерианские рамки, тем выше уровень интуитивного постижения действительности и свободнее движение гениальной мысли.

В этом отношении весьма многозначительно уже приводившееся замечание Ньютона о том, что он подобен ребенку, собирающему на берегу океана гладкие камешки и красивые раковины. Интуитивное ощущение бесконечной глубины океана, бесконечной сложности бытия связано с глубиной и широтой обобщения того, что эпоха выбросила на берег, сделала доступным для восприятия и преобразования. Приведенное сравнение Ньютона может быть эпиграфом ко всему его творчеству. И конечно, оно исключает откровение как источник знания и ratio scripta как критерий его истинности.

Глава II

ЖИЗНЬ

Мы располагаем довольно скудными данными о жизни Ньютона. Данные эти скудны не потому, что какие-то сведения утрачены. Просто сама биография Ньютона была крайне бедной событиями. Не было семьи, не было путешествий, не было каких-либо крупных перемен в жизни, почти не было друзей, почти не было широкой общественной деятельности. Такая жизнь на первый взгляд контрастирует с невероятной насыщенностью творческого пути мыслителя, с подлинными трагедиями познания. Но в действительности между тем и другим существует глубокое соответствие. Завершение научной революции XVI—XVII вв. было делом людей, вовсе не похожих на титанических героев Возрождения с их яркой индивидуальностью и универсализмом, с колоссальной активностью не только в творчестве, но и в общественной борьбе и в личных жизненных перипетиях. В Англии научную революцию, как и революцию общественную, делали люди, внешне не возвышавшиеся над средним уровнем. Йомены и буржуа в армии Кромвеля были прежде всего дисциплинированными и храб-

рыми воинами, успешно сражавшимися против «кавалеров» короля. Само понятие «среднего англичанина», или «типичного англичанина», появилось именно в это время — когда буржуазная корректность в отношении норм была противопоставлена аристократическим претензиям на исключительность родового имени и его носителя. Мыслителей итальянского Возрождения никак нельзя было назвать «типичными» итальянцами. Их яркая индивидуальность, выплескивавшаяся из границ профессии, их нетипичность были характерными для эпохи. В Англии XVII в. появилось множество религиозных и политических групп (религиозные различия по большей части были и политическими), но внутри этих групп происходила нивелировка личности, создавались каноны поведения вплоть до предписаний относительно одежды и прически. Даже в среде феодальной аристократии меньшую роль стало играть родовое имя, эта индивидуализирующая привилегия, и возросло значение заслуг, включавших дисциплинированное и строгое выполнение общих для данной религиозной или политической группы канонов поведения. Изменилось и само представление о гениальности: гениальная по широте смелость мыслителя должна была сочетаться с тщательным соблюдением таких канонов. Ньютон мог перевернуть картину мира, но он не мог нарушить клерикального университетского кодекса.

Карьера Ньютона довольно типична для эпохи, когда приобретали известность многие йомены, буржуа, представители низшего духовенства. Отец Ньютона, носивший такое же имя — Исаак, был владельцем фермы в деревне Вулсторп, возле маленького городка Грантем, недалеко от восточного побережья Англии. В 1642 г. он женился на Анне

Эйскоу, происходившей также из семьи фермеров, но через несколько месяцев умер, и Ньютон родился после его смерти, 4 января 1643 г. Среди родственников Ньютона были не только фермеры, но и священники, врач, аптекарь. По-видимому, родные хотели подготовить его либо к врачебной деятельности, либо к духовному сану. Во всяком случае Ньютон, оставшийся в деревне у бабушки после того, как его мать вышла замуж за священника другого прихода, вскоре переселился в Грантем, где жил у местного аптекаря и учился в королевской школе. Когда его мать вторично овдовела и вернулась в Вулсторп, Ньютон также вернулся в деревню, но через два года он снова поселился в Грантеме, на этот раз с намерением поступить в Кембриджский университет, куда он и был принят в 1661 г.

Таким образом, еще один талантливый — более того, гениальный — юноша из неаристократической среды оказался в привилегированном обществе. В этом проявилась весьма общая тенденция: «аристократизация» буржуазии была не столько сознательной программой правящих кругов, сколько органическим процессом. С этой стороны интересны попытки Ньютона отыскать для себя, а может быть создать, аристократическую генеалогию. Сохранился рукописный набросок такой генеалогии, представленный в геральдическую палату. По воспоминаниям некоторых современников, Ньютон утверждал, будто его прадед — шотландский дворянин, переселившийся в Англию.

Сведения о грантемской жизни Ньютона отрывочны. Его возвращение в Грантем некоторые исследователи объясняют инициативой священника Эйскоу, брата матери Ньютона, питомца Кембриджского университета, однажды заставшего юно-

шу за решением трудной математической задачи. По другой версии, Ньютону помог директор грантемской школы Стокс, восхищенный его знаниями и способностями. Все это иллюстрирует живую связь между деревенской, йоменской Англией, церковными кругами, влияние которых распространялось на университеты, — бытовую сторону классового компромисса.

Сохранились и частично опубликованы записи Ньютона, сделанные в Грантеме и позднее, в начале пребывания в Кембридже. Уже в Грантеме Ньютон заносил в тетрадь правила рисования, химические и медицинские рецепты; он составил словарь на 42 страницах, где слова группируются по разделам: искусство, ремесла, травы, птицы, человек и т. д. Записи не оригинальны, они взяты из одной популярной книги того времени, их биографический интерес не в содержании. Характерна психология Ньютона, его стремление к систематизации, тяга к порядку. Величие Ньютона — в поисках абсолютно упорядоченной системы мира. К этим поискам, ставшим основным призванием мыслителя, он был психологически подготовлен уже в отрочестве. Трудно увидеть глубокое соответствие обыденной, прозаической аккуратности с героическими порывами гениального интеллекта. Мы привыкли связывать такие порывы с бурным личным темпераментом, нам представляются мыслители Возрождения; аккуратность и систематичность в личном поведении кажутся нам несовместимыми с именами Данте и Микеланджело. Но интеллектуальный темперамент не всегда имеет выход в личную жизнь — она может быть самой прозаической, и в этом также проявляется сила и целеустремленность гениальной натуры. Так было у Канта, которого Гейне сравнивал с продавцом,

с величайшей точностью взвешивающим на своих весах принципы познания. Вереница гениев Нового времени — примерных граждан, умеренных и аккуратных — начинается Ньютоном. Научная революция завершается, и борьба против традиции сменяется систематизацией, мирным созиданием на основе победивших и потерявших свою парадоксальность новых фундаментальных принципов.

Весьма недантовским было и единственное известное нам (а скорее всего действительно единственное) сердечное увлечение Ньютона. Мисс Сторей, воспитанница аптекаря, у которого жил Ньютон в Грантеме, была предметом этого увлечения. Но мысль о браке пришлось оставить — кембриджская клерикальная традиция требовала безбрачия. Мисс Сторей сохранила спокойную дружбу с Ньютоном на всю жизнь, вплоть до его смерти — она пережила своего грантемского поклонника. Это уже не только не дантовский финал юношеской любви, но и не вертеровский. Напрашивается мысль о связи эмоциональных потрясений молодого Вертера с интеллектуальной позицией его создателя и прообраза, с антисистематизирующей, антиньютонианской тенденцией у Гёте. Конечно, и эта связь, и связь личных склонностей, личного поведения, личной биографии Ньютона с его мировоззрением, с общей направленностью его творчества очень гадательны, почти неуловимы, и было бы неправильно полагать, что они бесспорны. Все это относится к сфере воздействия логики научного открытия на психологию и личную жизнь мыслителя, т. е. к принципиально неопределенной области. Но без гипотетических констатаций такого воздействия история науки потеряла бы эмоциональную окраску, а биография потеряла бы гносеологический интерес.

Итак, Ньютон — в Кембридже. С 5 июня 1661 г. он субсайзер Тринити-колледжа (бедный студент, зарабатывающий на пропитание, выполняя обязанности слуги у кого-либо из ученых). Что представлял собой тогда Кембриджский университет? Это была довольно аморфная, слабо централизованная группа колледжей, из которых самый старый колледж, Святого Петра (Питерхауз), был основан в 1284 г. Колледж Святой Троицы — Тринити-колледж был учрежден Генрихом VIII в 1546 г., к моменту поступления Ньютона он имел более чем столетнюю историю.

Университеты средневековья и начала Нового времени обычно рассматриваются как цитадели традиционного подчинения науки богословию и противопоставляются появившимся позже придворным научным кружкам, обществам и академиям. Эта характеристика слишком общая, чтобы ее можно было без существенных оговорок применить ко всем университетам. Они были достаточно разнообразными, и в Англии XVII в. там не только сохранялись старые традиции, но и зарождались начала нового стиля мышления. О Кембридже сохранилось немало противоречивых рассказов. Рассказывают, например, будто в 1629 г. была поймана крупная треска, в брюхе которой обнаружили книгу богословского содержания, что стало поводом для глубоких размышлений и дебатов о зловещих предзнаменованиях, а в студенческой среде — для множества юмористических комментариев и для веселой песенки. Но вера в предзнаменования не зачеркивает и серьезных научных проблем, волновавших университет. Лет за двадцать до поступления туда Ньютона гражданская война и вспышки чумы значительно ухудшили ситуацию, профессора и студенты покидали Кемб-

ридж, но к 60-м годам положение изменилось. К этому времени в Тринити-колледже было несколько профессоров, работы которых не забыты и поныне.

Некоторое влияние мог оказать на молодого студента, а затем на бакалавра Исаак Барроу, занявший вскоре после поступления Ньютона в Кембриджский университет люкасовскую кафедру в Тринити-колледже *.

При сопоставлении таких мыслителей, как Барроу и Ньютон, несмотря на то что это ученые разного масштаба, у них обнаруживается много общего. Поэтому на жизни и творчестве Барроу следует остановиться подробнее. Это позволит глубже понять личность Ньютона и его научный подвиг.

Жизнь Барроу и жизнь Ньютона кажутся весьма различными, но, сопоставляя их, начинаешь улавливать некоторое сходство научного и житейского темперамента. Барроу был всего на двенадцать лет старше Ньютона, но он кажется принадлежащим другому поколению. Это не так уж удивительно: в периоды научной революции, совпадающей по времени с общественной революцией, различия между эпохами стягиваются и становятся различиями в мировоззрении сверстников и даже в мировоззрении одного и того же мыслителя. И не только в мировоззрении, но и в стиле житейского поведения.

---

* Многие кафедры в университете были основаны на средства жертвователей и завещателей. Один из таких жертвователей, Генри Люкас, учредил в 1663 г. кафедру, на которой читались лекции по математике, астрономии и механике. Первым профессором кафедры стал Барроу, еще молодой тогда член Королевского общества, профессор греческого языка здесь же, в Кембридже.

Первое впечатление от биографии Барроу в сравнении с биографией Ньютона — бóльшая широта идейных истоков. У Барроу благодаря множеству путешествий на континент и на Восток был обширный круг знакомств во многих странах. Это непохоже на Ньютона с его не более чем двухсоткилометровыми поездками между Вулсторпом, Кембриджем и Лондоном.

Барроу воспитывался в картезианском монастыре, где отличался довольно буйным поведением и не слишком большим интересом к учению. В пятнадцать лет он поступил в Тринити-колледж, где проявились его весьма обширные научные интересы к философии, естествознанию, богословию, древним языкам. Уже в то время Барроу были свойственны логически оправданные переходы от одной области к другой: богословские интересы оказались связаными с проблемами древней хронологии, последние — с античной наукой, а чтение старых астрономических и математических трактатов при свободном владении древними языками привело его впоследствии к созданию комментированных переводов Эвклида и Архимеда.

Окончив учение, Барроу хотел стать профессором греческого языка, но, по-видимому, он не скрывал своих религиозных и политических симпатий и в эти годы был не ко двору. Он стал профессором в Кембридже только в период реставрации Стюартов. После перерыва — преподавательской деятельности в Лондоне — Барроу возвращается в Кембридж люкасовским профессором.

Во время четырехлетнего пребывания за пределами Англии Барроу жил во Франции и в Италии, затем на Востоке, в Константинополе и в Смирне, потом опять на Европейском континенте — в Германии и в Голландии. Характерный

эпизод: когда Барроу ехал в Смирну, на корабль напали пираты и английский ученый был единственным из пассажиров, кто присоединился к экипажу, отражавшему нападение.

Барроу был профессором в Тринити-колледже с 1663 по 1669 г., т. е. в период, когда Ньютон превратился из неофита в мыслителя с уже возникшими гениальными математическими, механическими и физическими идеями. О них кое-что знали, хотя публикаций еще не было. Во всяком случае Барроу уже оценил способности Ньютона, к 1668 г. получившего последовательно все ученые степени вплоть до магистра. В следующем году Барроу уступил Ньютону должность люкасовского профессора, а сам стал придворным капелланом в Лондоне. Через три года он вернулся в Кембридж в качестве главы («мастера») Тринити-колледжа. Его смерть в 1677 г. в Лондоне напоминала смерть Эпикура, с той лишь разницей, что Эпикур спокойно ожидал конца («когда мы существуем, смерть еще не присутствует; а когда смерть присутствует, тогда мы не существуем»), а Барроу ожидал за гробом выяснения волновавших его астрономических и математических проблем и радовался их близкому решению.

Этот научный темперамент, эта удивительная непоседливость — смена стран и городов, смена научных занятий и должностей — какая-то подлинно ренессансная пластичность интересов так явно отличают Барроу от Ньютона. Ньютон тоже переходил подчас к довольно далеким от его основных научных интересов занятиям; он оставил след — и какой след! — во многих областях математики, механики, астрономии, физики, химии, занимался древней историей, богословием. Но в сущности переходов здесь не было. Ньютон упор-

но разрабатывал проблемы, которые он поставил перед собой в 1664—1668 гг., долгое время не публиковал результатов, добиваясь максимальной *достоверности*. Его увлекала не романтика нового, еще неокончательного знания, а романтика подтвержденного экспериментом и безупречно выведенного логически и математически достоверного решения проблем.

Однако, несмотря на эти различия, в некоторых случаях обнаруживается близость во многом ренессансной и во многом картезианской динамики мысли, переходящей от проблемы к проблеме на основе общих принципов, и нового, начавшего новую эпоху в науке ньютоновского ригоризма. И для Барроу, и для Ньютона существовали проблемы, где они отказывались от однозначных концепций: Барроу — потому, что критерий однозначности еще не стал для него решающим, Ньютон — потому, что он хотел резко отделить проблемы, где еще не было однозначного решения, от проблем, где такое решение казалось достигнутым.

Там, где Ньютон мог рассматривать идеи Барроу как однозначные, они становились исходным пунктом гениально широкого обобщения и конкретизации. Таковы были конструкции в области геометрической оптики и, что еще важнее, рассуждения учителя о касательных, ставшие для Ньютона одним из стимулов изучения бесконечно малых величин и их соотношений. Там, где экспериментальные результаты оставляли место для споров о природе физических процессов, там Ньютон допускал величайший плюрализм концепций и не применял принципа «гипотез не измышляю», который он сформулировал гораздо позже, в «Математических началах натуральной философии», но который витал в его сознании уже в 60-х годах.

С. И. Вавилов в книге «Исаак Ньютон» рассматривает вопрос о том, почему в «Оптических и геометрических лекциях» Барроу, просмотренных (и даже кое-где дополненных) в рукописи Ньютоном, много устаревших воззрений, с которыми Ньютон не мог согласиться (6, 19—20). По мнению С. И. Вавилова, и сам Барроу, и Ньютон не уделяли внимания неоднозначным гипотезам о природе света и дискуссиям о том, что такое свет — субстанция или движение. В рукописи Барроу Ньютона интересовали понятия геометрической оптики, которые автор считал однозначными.

Все сказанное о Барроу и об отношении Ньютона к этому ученому не должно создавать впечатления о нем как об учителе, а о Ньютоне — как об ученике, продолжающем и разрабатывающем то, что было сделано учителем. Вероятно, для Ньютона большое значение имело личное общение с Барроу, и от люкасовского профессора он получал не столько математические идеи, сколько психологические импульсы к созданию совершенно новых концепций.

Подобные импульсы, а вместе с тем, вероятно, и идеи Ньютон получал и от Генри Мора. Один из учеников Мора стал учителем Ньютона в Грантеме, он был родом из тех же мест, что и Ньютон, и, подобно ему, получил пуританское воспитание. В Кембридже Мор преподавал богословие и философию. Мор принадлежал к кембриджским платоникам. Его мировоззрение было мистическим, больше, чем другие кембриджские платоники, он был склонен к заимствованиям из Каббалы. Согласно представлениям Мора, вездесущность бога воплощается в пространственной, но не материальной и не доступной чувственному постижению субстанции. В целом это неоплатоническая

концепция, вполне ренессансная по своим истокам. Пространство Мор трактовал как нечто более сложное, чем трехмерное геометрическое пространство, он говорил даже о четвертом измерении. Позднее мы рассмотрим связь моровской концепции пространства, заполненного некой нематериальной субстанцией, выражающей вездесущность бога, с ньютоновым понятием пространства как чувствилища (sensorium) божества. Философские идеи Мора были довольно широко известны.

Прежде чем мы перейдем к периоду чрезвычайно интенсивной интеллектуальной деятельности Ньютона, быть может, не имеющей прецедентов в истории науки, необходимо подвести некоторый итог его первым годам в Кембридже в части личных склонностей и норм. Трудно найти более красноречивый документ, рисующий идеальный, с точки зрения Ньютона, кодекс житейского поведения, чем его напутственное письмо некоему Астону — кембриджскому знакомому ученого, собиравшемуся совершить поездку за границу. В сущности он совпадает с практическим кодексом современного «типичного англичанина» (кстати сказать, все реже встречающегося в современной Англии). Прежде всего Ньютон советует Астону во время путешествия задавать вопросы и выражать сомнения, не высказывая решительных утверждений и не затевая споров. Как это характерно для англичан, даже для их языка, где самое категорическое отрицание выражается фразой: «Боюсь, что это не совсем так»! За этим советом следует великолепный комментарий: «Ничто не приводит так быстро к забвению приличий и ссорам, как решительность утверждения. Вы мало или ничего не выиграете, если будете казаться умнее или менее невежественным, чем общество, в котором Вы находитесь» (цит. по:

6, 25). Вторая фраза, может быть, объясняет, почему надолго задерживалась публикация работ самого Ньютона: «горе от ума» распространялось (может быть, распространяется?) и на науку. Следующий совет — воздерживаться от осуждений. «Безопаснее хвалить вещь более того, чего она заслуживает, чем осуждать ее по заслугам, ибо похвалы не часто встречают противоречие или по крайней мере не воспринимаются столь болезненно людьми, иначе думающими, как осуждения; легче всего приобрести расположение людей кажущимся одобрением и похвалой того, что им нравится. Остерегайтесь только делать это путем сравнений» (там же).

Дальше идет ряд сходных, в высшей степени благоразумных наставлений, а во второй части письма содержится перечень вопросов, позволяющих путешественнику узнать политику государства, систему налогов, состояние торговли, цены, обычаи, законы, культуру, отношения между сословиями. Кроме того, Ньютон дает здесь советы изучить технику, приемы кораблевождения, ископаемые богатства каждой страны и технологические процессы, в том числе мифические вроде превращения железа в медь, различных металлов в ртуть.

Это назидательное письмо 27-летнего ученого, который, по-видимому, уже достиг умения подчинять эмоции рассудку и таким образом освободил свой духовный мир для восприятия всевозможных сведений, может вызвать улыбку у нашего современника. Но не только улыбку. Перед нами вовсе не заземленность помыслов. Ньютон освобождает себя от возможных житейских осложнений ради одного-единственного эмоционального и интеллек-

туального порыва — к поискам истины. Не априорной, не догматической и не прагматической, а подлинной, достоверной истины, которая только и может, как говорил Гегель, заставить сильнее вздыматься грудь. Поиски достоверной, проверенной опытом истины и создают тот поток света и тепла, о котором говорил Эйнштейн, — идущее от Ньютона излучение интеллектуального света и эмоционального тепла.

Упоминавшееся в начале книги стихотворение А. Попа имеет некоторое основание: не все осветилось после появления Ньютона, но то, что осветилось, осветилось сразу. Это было подлинным озарением, не только личным, но озарением исторически развивающегося познания. Творчество Ньютона — сравнительно длительное, более чем полувековое, — все же кажется не мелодией, а аккордом. Идеи Галилея эволюционировали: «Звездный вестник», «Диалог», «Беседы» — этапы этой эволюции. Эволюционировали взгляды Эйнштейна: специальная теория относительности, общая теория, поиски единой теории поля. Пожалуй, единым аккордом были идеи Декарта: период после ульмского озарения в 1619 г., когда появилось «cogito ergo sum», был временем логического развития одного и того же, тождественного себе принципа, ставшего в «Началах философии» основой для единой энциклопедии бытия и познания. Но у Декарта основной принцип позволил «повторить работу бога» — создать универсальную картину мира логическим развертыванием мысли; «внешним оправданием» картезианской физики был не столько эксперимент, сколько апология эксперимента. У Ньютона оптические идеи, концепция тяготения, теория бесконечно малых появились одновременно и в дальнейшем разрабатывались параллельно, не

перекрещиваясь (даже теория тяготения была изложена без применения понятий, представлявших собой по существу дифференциальное и интегральное исчисление). В отличие от Декарта Ньютон видел свою задачу не в логическом развитии, а в сложном, длительном экспериментальном и теоретическом доведении новых идей до максимальной достоверности и максимальной количественной определенности. Подобная новая, некартезианская «аккордность» творчества Ньютона вытекает, следовательно, из его содержания, из очередных, новых по отношению к картезианской физике требований развивающейся науки.

У Декарта озарение произошло во время войны, на зимних квартирах армии герцога Максимиллиана Баварского, у Ньютона — в Вулсторпе. В 1665—1667 гг. Англия была жертвой страшной эпидемии. Чума свирепствовала во всех городах, и Ньютон, только что ставший бакалавром Тринити-колледжа, отправляется в Вулсторп, где проводит с небольшим перерывом больше полутора лет. Вулсторпское озарение отличается от ульмского тем, что оно произошло во время напряженной экспериментальной работы, когда Ньютон шлифовал и полировал стекла и собирал приборы для новых экспериментов. Продолжались и химические исследования, которыми он увлекся в ранней юности.

Это начатое в Вулсторпе параллельное, отнюдь не одномерное исследование небесной механики, оптики и математики делает очень трудным исторический анализ творческого пути Ньютона. И вместе с тем интересным: хочется выяснить, в чем же единство параллельных потоков.

Однажды на склоне лет, беседуя за чаем в саду, Ньютон вспомнил, как в аналогичной обстановке,

в вулсторпском саду, он был отвлечен от своих размышлений падением яблока. Это впечатление вызвало ряд новых мыслей. Почему яблоко падает отвесно, к центру Земли? Очевидно, Земля притягивает яблоко, и притяжение распространяется по всей Вселенной и удерживает небесные тела на их орбитах. Это тяготение пропорционально количеству вещества в тяготеющих друг к другу телах.

Рассказ Ньютона о случае с яблоком получил широкую известность не только потому, что людям свойственно стремление запротоколировать моменты появления больших идей, понять таинственный механизм рождения мысли. Эпизод с яблоком показателен для Ньютона и для всей классической науки XVII в. Ее интересует уже не только логическая связь мысли с ее дедуктивным продолжением, с другой мыслью. Для нее характерны связь дедукции с сенсуальным впечатлением, единство эмпирически-сенсуального и логического постижения мира, присущая гению способность ассоциировать чувственные образы с абстрактнейшими, охватывающими все мироздание принципами.

В 1665—1666 гг. Ньютон уже создал основы теории тяготения: он отождествил тяжесть с силой, удерживающей небесные тела на их орбитах, и вывел обратную зависимость этой силы от квадрата расстояния. Но нам это известно из позднейших писем и записей ученого. Ньютон опубликовал свою теорию тяготения значительно позже, в 80-х годах, в наиболее точной и строгой форме — в «Математических началах натуральной философии» (1686 г.). О причинах такого запоздания написано немало: может быть, Ньютону не хватало точных астрономических данных для математического доказательства закона тяготения. Для

нашей книги и в особенности для данной главы, повествующей о жизни мыслителя, достаточно еще раз подчеркнуть его экспериментальный и математический ригоризм.

Теория тяготения имеет свою предысторию. Г. Галилей открыл инерцию, Р. Декарт — прямолинейное движение предоставленного самому себе тела, И. Кеплер — эллиптическую форму орбит, Х. Гюйгенс — центробежную силу. К тому времени, когда Ньютон задумался над проблемой тяготения, Дж. Борелли уже пришел к выводу, что в мире существует взаимное стремление тел к соединению и, когда это стремление уравновесится стремлением от центра вращения, вращающееся вокруг этого центра тело будет сохранять свою скорость. Р. Гук в 1666 г. докладывал Королевскому обществу о своих опытах по определению зависимости тяжести от высоты, а впоследствии, в 1674 г., опубликовал статью, где движение планет выводится из трех постулатов: 1) все небесные тела притягивают друг друга; 2) тело, приведенное в прямолинейное движение, сохраняет его, пока не отклонится под действием другой силы и не станет двигаться по кругу, эллипсу и т. д.; 3) сила притяжения тем больше, чем ближе тело, на которое она действует. В 1680 г. Гук писал, что притяжение обратно пропорционально квадрату расстояния между центрами.

Идеи, к которым Ньютон пришел в 1665—1666 гг. в Вулсторпе, уже носились в воздухе: они были высказаны до того, как он сформулировал их в «Математических началах натуральной философии». Почему же все-таки доньютоновская эволюция этих идей только предыстория классической теории тяготения, закона всемирного тяготения?

Дело в том, что революция в науке, завершением которой были «Математические начала», изменила сами понятия истории и предыстории научной теории. Речь идет о классической теории тяготения. Термин «классическая» означает (сейчас, после неклассической революции!), что эта теория, не претендуя на вечный характер, претендует на роль неоспоримого объяснения для определенной области явлений в рамках законной в этой области аппроксимации. Такая роль принадлежит теории, в которой достигнуто новое соотношение эмпирии и логики — будущих эйнштейновских «внешнего оправдания» и «внутреннего совершенства». В классическую науку могли войти кинетические модели, если точные количественные выводы из них совпадали с соответствующими экспериментальными данными. Качественные модели и чисто логические дедукции должны были получить форму *математических* соотношений, а эмпирия должна была стать количественной проверкой этих соотношений.

Отличие Ньютона от его предшественников в теории тяготения заключается прежде всего в том, что он понимал недостаточность нестрогих, качественных моделей. Это отнюдь не различие в степени математического и экспериментального ригоризма — это различие в фундаментальных особенностях стиля и логики научного мышления. И еще одно различие — между гением и талантом. Вернувшись к этой уже затронутой проблеме, напомним, что гений не только дает новый ответ на какой-либо вопрос, но и меняет смысл вопроса, его логическую структуру.

Для достижения нового, классического соотношения эмпирии и дедукции, Сенсуса и Логоса, нужен был переход от интегрального представле-

ния о движении к представлению о непрерывном изменении сил, скоростей и положений, т. е. к анализу бесконечно малых величин. Если для нового, классического «внешнего оправдания» требовались количественные эксперименты, то для нового «внутреннего совершенства» необходимо было дифференциальное представление о движении от мгновения к мгновению и от точки к точке. В 1664—1665 гг. в Вулсторпе у Ньютона уже сформировались представления, которые были по существу началами дифференциального и интегрального исчисления. «Рассуждение о квадратуре кривых» в своей первоначальной форме было написано в 1665—1666 гг., а опубликовано только в 1704 г. О математических идеях Ньютона будет сказано позже в связи с написанной в 1670—1671 гг. и опубликованной в 1736 г., после его смерти, работой «Метод флюксий и бесконечных рядов» и некоторыми другими работами. Сейчас упомянем только о понятиях, введенных Ньютоном в названных произведениях. В них рассматриваются «первые отношения» зарождающихся величин и «последние отношения» исчезающих величин. Далее Ньютон говорит о нахождении флюксий по флюентам (например, мгновенной скорости по пройденному пути), т. е. дифференцировании, и о нахождении флюент по флюксиям (например, пути по скорости), т. е. интегрировании. Вопрос о приоритете в создании анализа бесконечно малых как будто решается вулсторпскими идеями и «Рассуждением о квадратуре кривых» в пользу Ньютона. Но, как мы увидим, этот вопрос, так долго и яростно обсуждавшийся с самого начала XVIII в., связан с гораздо более общим и сложным вопросом о дифференциальном мировоззрении, отличающем период классической науки от эпохи тысячелетнего

господства интегральной картины мира. Следует все же, забегая вперед, сказать, что пребывание Ньютона в Вулсторпе в 1665—1667 гг. было не только периодом одновременного исследования проблем небесной механики и математики, но и начальным этапом его творческого пути как единого процесса: уже в эти годы работы, которые положили начало анализу бесконечно малых, были связаны с работами, посвященными небесной механике. Однако не в полной мере. Полного единства здесь не было и позже, даже в «Математических началах натуральной философии», где изложение законов механики не опиралось на дифференциальное исчисление. Вообще идеи, возникшие в середине 60-х годов, разрабатывались Ньютоном неравномерно: в различные периоды он уделял наибольшее внимание то оптике, то механике, не прекращая других исследований. Это позволяет разделить биографию Ньютона на периоды соответственно подготовке и выпуску (как правило, между тем и другим был большой временной интервал) основных произведений.

После Вулсторпа, т. е. с конца 60-х годов вплоть до подготовки «Начал» — до 80-х годов, Ньютон особенно много и плодотворно занимался проблемами оптики. Первый результат — отражательный телескоп, в котором свет звезд не проходит через стеклянные линзы, а отражается от вогнутого сферического зеркала, — был итогом еще вулсторпских и, может быть, даже более ранних исследований. В 1664 г. Ньютон пытается усовершенствовать телескоп и позднее, в 1666 г., изготовляет несферические линзы, чтобы избежать так называемой сферической аберрации, т. е. пересечения преломленных лучей, исходящих от того же предмета, не в одной точке, а на некоторой поверхно-

сти. Из принципов геометрической оптики следует, что стекла с несферической — эллипсоидальной, гиперболической, параболической — поверхностью лишены этого недостатка. Ньютон долго занимался изготовлением несферических линз, но в конце концов пришел к выводу, что главное зло для любых, как сферических, так и несферических, линз — это хроматическая аберрация, т. е. неодинаковое преломление лучей разного цвета, дающее радужное окаймление изображения светящейся точки. Поэтому английский ученый занялся изготовлением отражательного телескопа — рефлектора, которому не угрожает такая аберрация, — и наряду с этим изучением самой хроматической аберрации.

В 1668 г. Ньютон изготовил маленький отражательный телескоп, а через три года — большой. Что же касается хроматической аберрации, то она стала исходным пунктом для крупных открытий. Они были изложены в лекциях по оптике, прочитанных люкасовским профессором в 1669—1671 гг. (но изданных гораздо позже, после смерти Ньютона), и в «Новой теории света и цветов», представленной в 1672 г. Королевскому обществу. Описанные здесь эксперименты состояли в разложении солнечного луча стеклянной призмой. Ньютон пропускал луч через небольшое отверстие в темную комнату. Луч падал на призму, за которой стоял экран. Исследуя появившийся на экране спектр, Ньютон констатировал, что белый свет состоит из цветных лучей, которые, преломляясь в призме, отклоняются в различной степени. Ньютон измерил преломление лучей различных частей спектра. Для этого он пропускал через отверстие в экране лучи одного цвета так, чтобы они падали на призму. Оказалось, что наименьшим показателем пре-

ломления обладает красный цвет, а по направлению к фиолетовому концу спектра этот показатель возрастает.

Основные выводы из экспериментов сформулированы в следующих тезисах.

Цвета — это изначальные свойства света, они отнюдь не обусловлены свойствами тел, преломляющих или отражающих световые лучи. Одни лучи по своей природе могут производить только красный цвет, другие — только желтый, третьи — зеленый и т. д. Цвет, производимый лучом, связан с его преломляемостью. Данная степень преломляемости луча соответствует определенному цвету, и, наоборот, каждый цвет может быть вызван лишь лучами с вполне определенной степенью преломляемости. Лучи, которые преломляются в меньшей степени, порождают красный цвет; красные лучи преломляются в наименьшей степени. Лучи, испытывающие наибольшее преломление, порождают фиолетовый цвет; фиолетовые лучи обладают наибольшей преломляемостью.

Теория света Ньютона исходит из существования мельчайших корпускул, которые производят на сетчатке глаза ощущение света. Наиболее крупные частицы дают красный цвет, а наименьшие — фиолетовый. Законы оптики выводятся из взаимодействия между частицами материи и световыми корпускулами. Переходя из одной среды в другую, частицы света отклоняются в силу притяжения: мельчайшие фиолетовые — в наибольшей степени, а крупные красные — в наименьшей.

В 1672 г. Р. Гук высказал ряд критических замечаний о вышедшей незадолго до этого «Теории света и цветов» Ньютона. Ньютон ответил Гуку небольшим трактатом, в котором сопоставляются волновая теория света и теория истечения свето-

вых частиц. В полемике с Гуком Ньютон в общих чертах набросал компромиссную теорию, соединяющую волновые и корпускулярные представления. Прежде всего он указывает, что теорию световых корпускул ни в коем случае не следует однозначно соединять с обнаруженным им законом распространения, преломления и отражения света. Однако даже эта теория, судьба которой вовсе не связана с судьбой однозначных и достоверных оптических законов, отнюдь не исключает волновых представлений. Колебания эфира, говорит Ньютон, необходимы для объяснения оптических явлений даже при допущении световых корпускул. Корпускулы света, попадая на преломляющие или отражающие поверхности, вызывают колебания эфира, подобно тому как камень, брошенный в воду, вызывает волны на ее поверхности. Волны эфира могут иметь различные длины, что позволяет объяснить целый ряд оптических явлений.

Итоговая работа Ньютона об оптических явлениях — «Оптика», вышедшая в 1704 г. (когда ученый уже давно не занимался систематическими исследованиями в этой области) и затем издававшаяся еще три раза при жизни Ньютона: в 1706, 1717 и 1721 гг., — не менее противоречива, чем первые работы, написанные в 60—70-х годах. Это относится прежде всего к идее эфира. «Оптика» содержит «Вопросы», где рассматриваются самые разнообразные проблемы. В издании 1704 г. эфир в «Вопросах» не упоминается, в 1706 г. к тексту добавлена резкая критика этого понятия, в 1717 г. Ньютон вводит новые «вопросы» об эфире, где эта гипотеза оказывается допустимой.

В чем значение оптических идей Ньютона, и в особенности идеи эфира, столь противоречивым

и сложным образом включенной в его работы, в чем их значение для жизни Ньютона? Для необратимого перехода ко все более точной картине мира? Ньютон всегда испытывал некое «эфирно-картезианское» искушение, не покидавшее его до самой смерти. Это настолько фундаментальная тенденция, что о ней лучше сказать при интегральной оценке мировоззрения Ньютона. Здесь отметим лишь следующее.

Плюрализм ньютоновой теории света, те выходы за пределы «физики принципов», те модели, часто картезианские (по крайней мере по духу), которые, словно призраки, тревожили душу Ньютона, имеют свое объяснение. Ньютон понимал, или, вернее, чувствововал, что без понятия субстанции, передающей силы, он не может дать собственно физическую картину того, что позже было названо «силовым полем», не может вывести силы из определяющих их условий и пойти дальше чисто индуктивной теории тяготения. Безупречная однозначность системы мира в «Началах» куплена ценой отказа от кинетических моделей, от картезианского духа, от эфира.

Однако картезианские призраки не исчезли. Много позже «Начал», после второго издания, вышедшего с резкими антикартезианскими филиппиками Р. Котса, в последующих изданиях «Оптики» Ньютон возвращается к этим признакам. Было ли здесь необратимое движение к более конкретному знанию? На этот вопрос ответила наука XVIII—XIX вв. Плюрализм теории света, неистребимость картезианского духа проявились тогда в неизбежном переходе к теории поля, к электродинамике Фарадея — Максвелла и, далее, к науке XX в.

Остановимся теперь на других работах Ньюто-

на, связанных с картезианскими кинетическими моделями. Это химические исследования, связанные с разработкой представлений о структуре вещества. Ньютон проводил химические опыты еще в Грантеме и не прекращал их вплоть до переезда в Лондон, когда руководство Монетным двором и заботы о монетной реформе отвлекли его от занятий химией. Может быть, в сохранившемся на всю жизнь интересе к химии выражалась, как и в оптике, неизбывная тяга к моделям, которая, вероятно, не ослаблялась, а росла после каждого очередного антикартезианского заклятья. Этим же, вероятно, объясняется по преимуществу эмпирический характер интересов Ньютона в этой области, отсутствие публикаций — химические и алхимические рукописи Ньютона (несколько тысяч страниц) не были опубликованы.

Некоторый общий интерес представляет отношение Ньютона к алхимии. Был ли Ньютон алхимиком? Он верил в возможность превращения одного металла в другой и в продолжение трех десятилетий занимался алхимическими исследованиями и изучал алхимические труды средневековья и древности. В литературе, посвященной Ньютону, его алхимическим идеям уделяется значительное внимание. В одной из работ утверждается даже, что Ньютона нельзя считать первым мыслителем века Разума, а следует рассматривать как последнего мыслителя в ряду приверженцев магии, существовавшей почти десять тысяч лет (см. 39, 73). Но увлечение алхимией свидетельствует лишь о сложности мировоззрения Ньютона. Подлинные алхимики — это мыслители, у которых реалистическая (в смысле средневекового реализма) тенденция, унаследованная от далекого прошлого, была господствующей. Они понимали под некото-

рыми терминами не столько то или иное вещество, сколько некий абстрактный принцип, некое начало, которое действует в качестве реальной универсалии. В этом специфическая особенность средневекового мышления. Оно сохранило свои нерастворимые остатки в Новое время. Даже ньютоновское абсолютное пространство представляет собой именно остаток средневекового реализма. Однако в целом мировоззрение Ньютона принадлежит веку Разума, разума, не отделенного от чувственного восприятия. Когда Ньютон занимался алхимическими исследованиями (т. е. когда он изыскивал возможность трансформации металлов, превращения меди в золото и т. д.), в предполагаемых реакциях у него фигурировали наблюдаемые и, что важно, взвешиваемые вещества. Подобная тенденция была основной, и сам факт преобладания теоретического интереса и полного отсутствия интереса к получению золота выводит Ньютона за пределы алхимии как элемента средневековой культурной традиции. В 1675 г. по поводу некоторых намеков Р. Бойля на возможность получения золота из других металлов Ньютон пишет Ольденбургу, что Бойлю следовало бы сохранить свои методы в секрете, иначе его способ принесет огромный вред. Это замечание об «огромном вреде» показывает, что у Ньютона уже в 1675 г. возникли некоторые экономические идеи, реализованные позднее, в 90-х годах, когда под его руководством была проведена монетная реформа.

Рассмотрим теперь основные собственно химические представления Ньютона. С главной тенденцией его творчества — постоянным стремлением к понятиям, имеющим чувственные аналоги, — связано и основное противоречие его учения о веществе. Здесь, как и в учении о распространении

света, данная теденция все время сталкивается с отсутствием условий, необходимых для ее полной реализации, с вытекающим отсюда «чистым» антикартезианским динамизмом, с представлением о силе как о чем-то не требующем дальнейшего анализа. В целом эта вторая тенденция — «физика принципов» — оказывается сильней, но Ньютон не может побороть картезианских склонностей.

Как и в других параллельных потоках своего творчества, в учении о веществе Ньютон переходит (с постоянными возвратами) от кинетических концепций к динамическим. В основе его атомистики лежит представление об иерархии корпускул, образованной все менее интенсивными силами взаимного притяжения частей. Эта идея бесконечной иерархии дискретных частиц вещества связана с идеей о единстве материи. Ньютон не верил в существование не способных превращаться друг в друга элементов. Напротив, он предполагал, что представление о неразложимости частиц и соответственно о качественных различиях между элементами связано с исторически ограниченными возможностями экспериментальной техники.

Если раздробить вещество на эти относительно неделимые частицы, то получится обычная химическая реакция. Однако можно использовать более эффективные химические воздействия и таким образом раздробить частицы на более мелкие дискретные элементы, на атомы второго порядка. При этом обнаружится единство материи, один элемент превратится в другой. Такие представления поддерживали надежду Ньютона на успех его алхимических опытов. В статье «О природе кислот» Ньютон, рассматривая растворы золота в ртути и царской водке, высказывает предположе-

ние о растворителе, который разделял бы составные части атомов золота, неделимых в обычных реакциях.

Ньютон рисует иерархию дискретных частиц вещества. Первые соединения — это наиболее прочные сочетания элементов металла, связанных наибольшими силами взаимного притяжения. Можно думать, пишет он, что и эти первые единицы имеют сложную природу и делимость вещества продолжается бесконечно. Вторые соединения состоят из первых соединений, причем взаимное притяжение здесь не так прочно соединяет элементы и связь между ними может быть разорвана химическим воздействием. Следовательно, единство вещества и превращение элементов могут быть результатом более энергичных воздействий, которые раздробят более дробные дискретные части вещества. Таким образом, общий принцип единства материи, лежавший в основе развития химии, вытекает у Ньютона из динамических воззрений на структуру вещества, из представления о реальной иерархии дискретных частиц и об иерархии динамических взаимодействий, связывающих воедино каждую дискретную часть материи.

Перейдем теперь к главному событию биографии Ньютона, резко разделившему его жизнь, так что все предыдущее превратилось в подготовку этого события. Таким событием не только в жизни английского ученого, но и в истории науки в целом было опубликование его основного труда — «Математических начал натуральной философии». В чем основа подобного совпадения биографии мыслителя и определенного этапа истории человеческой мысли? Для первоначального и самого общего ответа на этот вопрос можно обойтись без изложения «Начал»: задача состоит не

в описании той картины мира, которая изложена в «Началах», а в анализе того взлета, триумфа и в то же время трагедии познания, какими был финал научной революции XVI—XVII вв. Сейчас в рамках рассказа о жизни Ньютона мы попытаемся понять с такой по преимуществу гносеологической точки зрения, что́ именно в «Началах» было основанием для подобного историко-культурного, историко-философского, историко-научного феномена. Дальше последует необходимый для ответа на заданный вопрос интегральный анализ идей Ньютона и сопоставление этих идей с их модификациями в XVIII—XIX вв. и в XX в.

Несколько справок о создании «Начал» и об их содержании. В 1683 г. Э. Галлей на основе открытых Кеплером законов движения сделал вывод: тяжесть планеты и ее стремление к центру притяжения — Солнцу обратно пропорциональны квадрату расстояния до Солнца. Но он не мог вывести из этих законов эллиптическую форму планетных орбит. Одновременно К. Рен пришел к выводу, что движение планеты вокруг Солнца складывается из ее равномерного и прямолинейного движения и ее падения на Солнце. Эту же мысль сформулировал Р. Гук. Но найденная Кеплером эллиптическая форма орбит не следовала из такой схемы, ее нужно было вывести из обратной зависимости силы, толкающей планету к Солнцу, от расстояния. Собравшись в лондонской кофейне, Галлей, Гук и Рен по предложению последнего назначили символическую премию — книгу стоимостью в сорок шиллингов — тому, кто найдет доказательство эллиптической формы орбит. В августе 1684 г., во время визита в Кембридж, Галлей посетил Ньютона, рассказал ему о проблеме и услышал, что тот уже располагает доказательством. В фев-

рале 1685 г. небольшой доклад Ньютона «О движении» был доложен Галлеем Королевскому обществу, а год спустя, весной 1686 г., Ньютон (он, как всегда, не торопился с публикацией) через Галлея передал Королевскому обществу «Математические начала натуральной философии». Они вышли в свет в середине 1687 г.

«Начала» состоят из трех книг. В первой книге рассматриваются движения тел под влиянием сил, во второй — те же движения в среде, оказывающей сопротивление, в третьей излагается система мира. В начале первой книги Ньютон дает определения количества вещества, количества движения, инерции и силы. Затем идет «Поучение», где определяются абсолютное и относительное время, пространство и движение. Далее помещены знаменитые классические законы движения и некоторые следствия из них. Первоначальные определения, «Поучение» и формулы классических законов составляют введение ко всей книге. После такого введения Ньютон излагает законы движения тел под действием центростремительных сил. Вначале даны некоторые понятия анализа бесконечно малых. После этого Ньютон на протяжении семи разделов рассматривает движения тел, к которым приложены центростремительные силы. Основные теоремы этой части «Начал» касаются движений материальных точек, притягивающих друг друга с силой, обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними. Далее Ньютон переходит к анализу притяжения тел.

Вторая книга посвящена движению тел в среде, оказывающей сопротивление, а также движению и равновесию жидкостей. Ньютон исследует, как будет двигаться в такой среде тело, испытывающее воздействие силы тяжести, в частности он

рассматривает движение маятника. Кроме того, здесь формулируются законы гидростатики. Одной из основных задач этой части «Начал» является опровержение вихревой теории Декарта. Ньютон исследует вопрос о вращении жидкости и приходит к заключению, что такое вращение не может объяснить движение планет.

В третьей книге «Начал» изложена астрономическая система мира. Ей предпослана методологическая декларация Ньютона «Правила философствования». Затем перечисляются основные астрономические наблюдения, на основе которых, используя весь предыдущий материал «Начал», можно получить истинную картину Вселенной. Из этих наблюдений выводится заключение об универсальности тяготения.

Затем Ньютон излагает законы движения Солнца и планет. В конце книги доказывается, что Земля, как и всякая вращающаяся вокруг своей оси планета, должна быть сжата вдоль оси вращения. Ньютон рассматривает, далее, вес тел в разных географических точках и, наконец, объясняет приливы притяжением небесных тел. Во втором и во всех последующих изданиях «Начал» в этот раздел были включены теоремы о движении Луны под влиянием возмущающего воздействия солнечного притяжения. Наконец, как заключение ко всей книге в целом помещено «Общее поучение», где Ньютон излагает некоторые теологические и натурфилософские соображения.

Каковы главные идеи «Начал»?

Из опыта, по мнению Ньютона, можно вывести основные определения материи, пространства, времени и движения. Материя отличается от пространства, материальные тела движутся в пустоте. Пустое пространство неподвижно и абсолютно.

Перемещение в этом пространстве — абсолютное движение. Причина, вызывающая абсолютное движение, — сила, приложенная к телу. Ускорение пропорционально этой силе. Движения небесных тел происходят под влиянием инерции и тяготения, заставляющих тела обращаться по эллиптическим орбитам вокруг центральных тел, к которым они тяготеют. Тяготение прямо пропорционально массам и обратно пропорционально квадрату расстояния между телами. Оно связывает все материальные тела. Закон всемирного тяготения объясняет, почему система мира сохраняет неизменное движение после первоначального толчка, которым бог привел ее в движение.

Таким образом, в «Началах» однозначное выведение определений пространства, времени, материи и движения из опыта дополняется другим логическим процессом — выведением, причем максимально естественным, экспериментально проверенных заключений из наиболее общих принципов. Конечно, в «Началах» уже в то время, когда они появились, содержались некоторые явные недостатки «внешнего оправдания» и «внутреннего совершенства». За двести с лишним лет до того, как Эйнштейн сформулировал эти критерии, такие исходные понятия «Начал», как абсолютное пространство, действие на расстоянии, первоначальный толчок, уже подвергались критике. Эта критика по существу указывала на объяснение экспериментальных результатов с помощью искусственных допущений. Но «Начала» удовлетворяли данным критериям настолько, насколько это было возможно в то время. Само название «натуральная философия» оправдывалось не только существовавшей (и отчасти сохранившейся поныне) традицией. Оно оправ-

дывалось и максимальной общностью исходных принципов. Ньютон объяснил эллиптические орбиты, распространив понятие тяжести на космос, на *Всё*, на «объект, созданный в одном экземпляре». Отныне, после разработки «аксиом движения», физическое мышление включало анализ проблем бесконечной Вселенной и ее определений — понятий абсолютного и относительного движения, материи и пустоты, мгновенного и временнóго действия. Оно приобрело уже не только традиционные основания, но и новые аргументы для того, чтобы называться «натуральной философией». Главным аргументом был синтез понятия тяжести, обладающего максимальной эмпирической базой, схемы мироздания, основанной на чрезвычайно точных наблюдениях звездного неба, и представления о силе как о причине ускорения, представления, основанного на всем предшествующем развитии производительных сил, механики и физики.

«Начала» очень важны для понимания стиля жизни Ньютона. Чтобы увидеть или по крайней мере попытаться увидеть связь стиля жизни великого мыслителя с содержанием его научного подвига, нам понадобится снова обратиться к тому, что можно было бы назвать «концепцией научной гениальности». На сей раз речь идет об эволюции творчества, об «онтогенезе» мыслителя.

Гениальный мыслитель никогда не почивает на лаврах и не заменяет лавровым венком тот терновый венец нерешенных проблем, который является его благословением и проклятием. Величайшее достижение означает для него появление новой проблемы, которая видна как отдаленный пейзаж, как идеал, манящий, но недоступный или требующий неопределенно большой суммы новых

усилий. Для Эйнштейна высшим достижением была общая теория относительности, после нее он сконцентрировал все силы своего гениального ума на разработке единой теории поля. Переписка Эйнштейна во второй половине его жизни свидетельствует о том, что он постоянно ощущал неизбежность обобщения разрозненных представлений о полях и частицах и понимал малую вероятность решения проблемы в короткие сроки, сопоставимые с теми сроками, в течение которых были найдены уже достигнутые решения. «Эпоха единой теории» была для Эйнштейна эпохой заметного сужения связей с физиками, эпохой значительного оживления общественной деятельности и расширения связей с непрофессиональными кругами. По-видимому, поиски новых путей, куда еще не ступали другие, расширяют кругозор ученого, выводят его за пределы профессиональных интересов.

Был ли в жизни Ньютона подобный перелом?

В какой-то мере он чувствовал принципиальную невозможность чувственного восприятия абсолютного пространства; это ощущение Ньютона угадал не кто иной, как Эйнштейн, писавший о мыслителе XVII—XVIII вв.: «...понятие абсолютного пространства, связанное с понятием абсолютного покоя, доставляло ему неприятное чувство; он понимал, что в опыте, по-видимому, нет ничего, что соответствовало бы этому понятию. Он чувствовал также беспокойство в связи с введением дальнодейственных сил» (24, 183). Это «неприятное чувство», «беспокойство», не принимало масштаба трагической неудовлетворенности и не отдаляло Ньютона от современных ему физиков. Напротив, «Начала» сблизили Ньютона с ними. И тем не менее триумф однозначного и точного объяснения мира включал некоторый трагический компонент.

Почему возвращались картезианские искушения, аналогичные искушениям единой теории поля у Эйнштейна? Почему призрак эфира тревожил Ньютона? Почему Ньютон, прожив после выхода «Начал» сорок лет (больше, чем Эйнштейн после создания общей теории относительности), почти не разрабатывал основных идей этой книги, содержавшей, как это показало дальнейшее развитие науки, колоссальные потенции ее преобразования? Эти фундаментальные вопросы биографии Ньютона, вопросы о содержании и движущих силах его творчества после создания «Начал», связаны с еще более фундаментальными вопросами, с основными коллизиями физики и философии XVII—XVIII вв., с проблемой соотношения ньютонианской и картезианской линий в науке, с оценкой роли, которую играли религиозные противоречия и споры в культуре Нового времени и в генезисе классической картины мира.

«Начала» были для Ньютона, для его личного бытия действительно переломным этапом. Конец 80-х годов и последующие десятилетия во многих отношениях — это уже новые интересы, новая среда, новый стиль жизни. Значение «Начал» как переломного этапа в жизни Ньютона раскрывается их гносеологическим анализом. Из безуспешных попыток дать собственно физическую расшифровку сил тяготения, из «неприятного чувства» по поводу абсолютного пространства и «беспокойства» по поводу дальнодействия, о которых говорил Эйнштейн, вытекала некоторая незавершенность многолетних научных поисков. Ньютон не избавился от картезианских призраков, но для них, даже в плюралистической и условной форме, была отведена определенная область, главным образом оптика. Теологическим проблемам были посвящены

специальные, по преимуществу историко-богословские исследования. В пределах «физики принципов» основная проблема — доказательство закона тяготения — была решена, и решена блестяще. При исключительной напряженности научного мышления Ньютона завершение «Начал» привело к известному вакууму, который заполнялся непрофессиональными интересами. У Ньютона они были связаны со сравнительно недолгой общественно-политической деятельностью и несколько позже с обязанностями директора Монетного двора.

В 1685 г. Ньютон пригласил к себе в качестве секретаря своего однофамильца Гэмфри Ньютона, прослужившего у него до 1689 г. и позднее изложившего мужу племянницы Ньютона Дж. Кондуитту свои воспоминания. Гэмфри переписывал «Начала», а потом, когда книга вышла из печати, разносил экземпляры в подарок знакомым и сослуживцам автора. Один из сослуживцев, как вспоминает Гэмфри, сказал, что, для того чтобы понять в «Началах» хоть что-нибудь, нужно специально учиться не менее семи лет.

По записям Кондуитта можно судить о жизни Ньютона в период создания «Начал». Гэмфри говорил, что Ньютон в эти годы никогда не отдыхал, не ездил верхом, не играл в кегли, не совершал прогулок, почти не принимал гостей и мало спал: ложился не раньше двух-трех часов, а весной и осенью — в пять-шесть часов утра и спал не больше пяти часов. Обедал он только по настоятельному требованию Гэмфри. Ньютона огорчала необходимость тратить время на еду и сон. Лекции почти не отнимали у него времени (студенты не посещали их), через четверть часа люкасовский профессор обычно возвращался домой. Много времени занимала у Ньютона работа в химической

лаборатории. Печь в ней топилась почти постоянно, днем и ночью. Больше всего времени он посвящал плавлению металлов. Гэмфри полагал, что это были алхимические опыты. Но, как видно, теоретические размышления и вычисления стояли у Ньютона на первом плане: он часто подбегал к столу, даже не присаживаясь, записывал какую-либо мысль.

После «Начал» (не сразу — выход книги обычно не был существенным этапом в его работе) интересы Ньютона, его быт, круг знакомых постепенно изменились. Ученый занялся общественно-политической деятельностью, в частности в парламенте. Нередко этот факт биографии Ньютона считают несущественным, а о его единственном выступлении в парламенте — с просьбой закрыть окно — рассказывают столь же часто, как о знаменитом яблоке. На самом деле политическая деятельность играла заметную роль в жизни Ньютона.

В начале этой главы говорилось о различии между мыслителями Возрождения, которые так часто были общественными борцами, и мыслителями XVII в., которые реже выходили за пределы своей профессиональной деятельности. Реже и в меньшей степени, но все же выходили. У Ньютона общественно-политическая деятельность была сравнительно поздней и недолгой. Помимо полной погруженности в научные исследования в период подготовки «Начал» была еще одна, более общая причина позднего выхода Ньютона на общественную арену — волна католической реакции, докатившаяся до Кембриджа. Католическая реакция была наиболее характерным проявлением того отхода от идей и политики 40-х годов, который начался после реставрации Стюартов в 1660 г.

За неделю до того дня, когда Ньютон был официально зачислен в Тринити-колледж, сын казненного короля Карл II въехал в Лондон. Этому предшествовали следующие события.

В сентябре 1658 г. умер Оливер Кромвель. Власть перешла к его сыну Ричарду, наступил период столкновений между армией и парламентом; армия, где господствовали индепенденты, казалась опасной пресвитерианским кругам, которые стали все более стремиться к компромиссу с «кавалерами» короля и с епископальной англиканской церковью. В то же время начались междоусобицы в самой армии. Генерал Дж. Монк, командовавший шотландской армией, человек не только весьма далекий от пуританского фанатизма, но и вообще не занимавший каких-либо твердых политических и религиозных позиций, человек, казалось, выбранный судьбой для компромисса, выступил со своей армией на стороне парламента, склонного вернуть корону Стюартам. В 1660 г. новый парламент, в большинстве своем пресвитерианский, предоставил трон династии Стюартов, и вскоре флот Карла II прибыл из Голландии в Кент.

Карл II принадлежал к англиканской церкви и был ее главой. Он также не отличался фанатизмом, но в пуританах видел инициаторов казни своего отца, а в сторонниках иерархической епископальной «высшей церкви» — людей, разделивших его изгнание и вернувших ему престол. Пуритане стали объектом насмешек, а затем и преследований, все более жестоких. Англиканская церковь оставалась опорой трона. Она утвердила как один из основных догматов несопротивление королю; ее проповедники утверждали, что монарху нужно повиноваться, даже если он подобен Бузирису (мифическому властителю Нижнего Египта, убивавшему каждого

чужеземца) или Фалариду (агригентскому тирану, сжигавшему людей в раскаленном медном быке).

В царствование Карла II влияние католиков возрастало, но этот процесс происходил медленно. По-видимому, король, склонный к католичеству, все же, как говорит Маколей, «колебался между Гоббсом и папой», между атеизмом и католицизмом, хотя формально он был главой протестантской англиканской церкви.

В 1685 г. Карл II умер. Королем стал его брат Яков II, принадлежавший к католической церкви. Началось жестокое преследование вигов. В феврале 1687 г. Кембриджский университет получил предписание короля присвоить бенедиктинскому монаху Альбану Френсису степень магистра наук. Это противоречило закону: католический монах не мог стать магистром в одном из оплотов протестантства без специальной присяги. Были посланы гонцы к герцогу Альбемарлю, канцлеру университета. Его просили обратиться к королю. Но Яков II принял герцога холодно и настаивал на выполнении своего приказания.

Вскоре вице-канцлер и сенат университета получили приказ явиться в высшую судебную инстанцию — Верховную комиссию, уже получившую известность своей жестокостью и грубой расправой с теми, кто не поддерживал новую линию двора. Вице-канцлер Дж. Печелл должен был явиться лично, а сенат представляла делегация из восьми ученых. В состав этой делегации вошел Ньютон.

21 апреля в Вестминстере при огромном стечении публики рассматривалось дело Кембриджского университета. Комиссию возглавлял Дж. Джеффрис. На этой фигуре следует остановиться. Во всей ис-

тории Англии нелегко найти другого человека, который был бы столь же известен своей грубостью, жестокостью, произволом. Ему посвящены подробные жизнеописания, множество памфлетов в стихах и прозе и несколько чрезвычайно ярких страниц «Истории Англии» Т. Б. Маколея, через которые как бы проступают пытки, бичевания, казни, столь частые в царствование Якова II, и совершенно беспримерная садистская жестокость Джеффриса. Он получил печальную известность уже в качестве лондонского судьи. «Уже тогда,— пишет Маколей, — можно было заметить в нем самый возмутительный порок, какой только может встретиться в человеческой природе: наслаждение чужим страданием ради самого страдания. В способе произносить приговор над виновными высказывалось у него какое-то адское наслаждение. Слезы и мольбы этих несчастных, казалось, приятно щекотали его душу; он любил бросать их в дрожь расписыванием всех подробностей предстоящих им мучений» (19, 7, 23).

Впоследствии, будучи пэром, главным судьей Королевской скамьи, Джеффрис наводил ужас на всю Англию. «Теперь же, когда он был во главе самого грозного судилища в королевстве, редко кто не дрожал перед ним. Даже когда он бывал трезв, свирепый нрав его был довольно страшен. Но по большей части он находился под влиянием винных паров, которые отуманивали его рассудок и разжигали его бешеные страсти» (там же, 25).

«Редко кто не дрожал перед ним». К числу таких редких людей, по-видимому, принадлежал Ньютон. Это была встреча величайшей гордости Англии времен Реставрации и ее величайшего позора, встреча гения и ничтожества.

Перед тем как предстать перед Верховной комиссией, делегаты обсудили компромиссное решение: Френсис станет магистром, но это не создаст прецедента для вступления других католиков в состав ученых университета. Ньютон отказался подписать такое решение и предложил посоветоваться с юристом. В конце концов делегация согласилась с Ньютоном. Когда кембриджские профессора оказались перед Джеффрисом, вице-канцлер, по-видимому достаточно напуганный, начал сбивчиво излагать мнение делегации. Ньютон молчал (впрочем, Джеффрис и не давал никому говорить, тут же прерывая каждого). Делегацию выпроводили из зала, затем позвали, чтобы объявить решение: Печелла отстранили от должности и лишили связанных с ней доходов, а членов делегации предупредили о возможности более суровых репрессий. Это не было пустой угрозой: Оксфордский университет испытывал в то время еще более сильные удары, там король требовал избрания на пост президента Магдалининской коллегии крайне одиозного католика, и Джеффрис бушевал еще сильнее, чем на процессе Кембриджского университета.

Но шел уже последний год царствования Якова II. Король восстановил против себя всех — не только лондонскую буржуазию, но и землевладельцев, не только пресвитериан, но и иерархов англиканской церкви. Буржуазия была заинтересована в усилении роли Англии на континенте, и политика Стюартов, отдававших интересы государства в жертву Людовику XIV, главе общеевропейской католической реакции, вызывала озлобление. Йомены вспоминали о прошлом, они были готовы к новым боям. Даже старая аристократия отвернулась от династии — компромисс с буржуазией

требовал ее смены. Парламентская оппозиция вела переговоры с правителем Нидерландов Вильгельмом Оранским, который был женат на дочери Якова II Марии. В ноябре 1688 г. Вильгельм с войском высадился в Англии. Яков II бежал во Францию. Начались выборы в новый парламент, который в феврале 1689 г. объявил Вильгельма королем, а Марию II Стюарт — его соправительницей.

Членом этого парламента — представителем Кембриджского университета — оказался Ньютон, примкнувший к вигам. Собственно, слово «примкнувший» требует оговорок. Как уже было упомянуто, Ньютон, кроме просьбы закрыть окно, не выступал в парламенте. Что же касается его политических симпатий, то они давно уже соответствовали программе вигов. Защита пресвитерианской церкви и того, что получило название «низкой церкви», выступления против католической реакции и концепция ограниченной законами и парламентом королевской власти соответствовали основным религиозным и политическим взглядам Ньютона и до избрания его в парламент. Деление на консерваторов и либералов появилось уже в Долгом парламенте, в 1641 г. Маколей полагает, что это разделение, прошедшее через всю страну, пробужденную к активным политическим и религиозным столкновениям, стало отчетливым в связи с длительным и систематическим его отражением в парламентских дебатах. В 40-х годах названия «кавалеров» и «круглоголовых» соответствовали разделению партий и в парламенте, и в стране. Название «виги», появившееся в 1679 г., первоначально презрительное, обозначало шотландских пуритан, восставших против католической реакции. Впоследствии это название было принято партией,

находившейся в оппозиции к вернувшимся Стюартам. Примерно в то же время сторонники англиканской церкви, подчеркивавшие ее монархические основы, святость королевских прерогатив и подчас сближавшие англиканскую церковь с католической, приняли имя «тори», также данное им противниками (это была презрительная кличка ирландских защитников папизма, объявленных вне закона). Ядром этой партии были «кавалеры» Долгого парламента. Такова предыстория современных либералов и консерваторов.

Ньютону, который отнюдь не был активным деятелем партии вигов, принадлежит тем не менее весьма точная общая формулировка их основного тезиса. В одном из его писем, относящемся к тому времени, когда произошел инцидент с Альбаном Френсисом, говорится: «Всякий честный человек по законам божеским и человеческим обязан повиноваться законным приказаниям короля. Но если его величеству советуют потребовать нечто такое, чего нельзя сделать по закону, то никто не может пострадать, если пренебрежет таким требованием» (4, *2*, № 301). Сходные формулы ограниченной законом власти короля повторяются и позже (4, *3*, № 328).

Пребывание Ньютона в Лондоне, вызванное избранием в парламент, перемежалось поездками в Кембридж и Вулсторп. В Вулсторпе он побывал не раз, вероятно, чтобы повидаться с матерью. В последний раз Ньютон видел ее в 1689 г., когда она тяжело заболела и умерла на его руках. Жизнь Ньютона в Лондоне значительно отличалась от жизни в Кембридже. У него появились новые интересы, новое окружение. При всем высоком профессиональном уровне кембриджских профессоров тамошняя среда была провинциальной. В Лондоне

замкнутый круг коллег сменился более обширными связями. В их числе — знакомство с Джоном Локком. Ньютона сближала с ним прежде всего общность религиозной и политической платформы; теперь, в Лондоне, после окончания «Начал» богословские и политические интересы стали для него более важными. Локк—сын судейского чиновника, участвовавшего в гражданской войне 1642 г. на стороне парламента,—получил строгое пуританское воспитание в Вестминстерской монастырской школе, а затем в Оксфордском университете. Он одним из первых провозглашал веротерпимость, впрочем ограниченную, не распространявшуюся на католиков и атеистов,— весьма английскую веротерпимость времен «славной революции» и начала царствования ганноверской династии. В своих политических взглядах Локк был одним из основателей конституционализма, ему принадлежит разработка идеи разделения законодательной и исполнительной власти. Все это изложено в «Двух трактатах о государственном правлении» (1690 г.). Знакомство с Ньютоном началось в период, когда оба мыслителя проявляли особенный интерес к истокам, результатам и религиозно-социологическому обоснованию «славной революции».

В 1690 г., когда у Ньютона начался новый период жизни (совпавший с выходом идей его главного произведения в математику, физику, философию, с началом проявившегося в следующем столетии воздействия классической механики на европейскую цивилизацию в целом), вышел из печати основной философский труд Локка «Опыт о человеческом разуме». Конечно, в части философских основ механики Локк не мог дать Ньютону столько, сколько ему дало в юности чтение философских трактатов; время, когда Ньютон был

учеником, прошло. Но Локк, несомненно, оказал влияние на классическую механику. Сенсуализм Локка, отнюдь не сводивший познание к простой индукции, но отвергавший врожденные идеи, много заимствовавший у Декарта, Гоббса и last not least у самого Ньютона, был одной из предпосылок замены чисто логических понятий понятиями, допускающими чувственные аналоги, — замены, составлявшей основную тенденцию классической науки. Учение Локка о протяженности, движении, покое и фигуре как объективных, «первичных» качествах оказало влияние на формирование той картины мира, которая была создана механическим естествознанием. Во всяком случае у Ньютона было достаточно тем для натурфилософских дискуссий с Локком и еще больше — для теологических: проблемы деизма и теизма интересовали обоих мыслителей.

Воспользуемся этими краткими замечаниями о знакомстве Ньютона с Локком, чтобы рассмотреть один весьма общий вопрос, выходящий не только за рамки биографии английского ученого, но и за рамки истории науки. Кем был Ньютон — теистом или деистом?

Этот вопрос является общим и выходит за пределы биографии потому, что для разграничения понятий «теизм» и «деизм» необходим ряд фундаментальных философских и историко-философских определений, которые оказываются не слишком устойчивыми и трансформируются в применении к каждому частному случаю. Общим в различных определениях деизма является противопоставление его теизму — вере в личного бога, продолжающего управлять миром после его создания. Деизм предоставляет богу только функцию творца мира. Кант определяет деизм как убеждение в

существовании первопричины мира, имманентной миру и таким образом исключающей постоянное провиденциальное вмешательство в его судьбы. Но есть и другая, гносеологическая сторона деизма, и именно ее имеют в виду, когда говорят о деизме Локка. Если существует имманентная первопричина мира, то постижение этой первопричины и познание самого бога идет не от откровения, а от сенсуального по своим источникам исследования. Этим подрывается диктатура канонических текстов, и познание мира эмансипируется от догмата. Не случайно деизм служит обоснованием естественной религии.

В XVII в. в Англии деизм, не покушаясь прямо на существование личного бога, отказывал ему в откровении как основе человеческого познания. Противопоставленный деистическому богу, личный бог Ньютона — «господин природы» — не исключал этого гносеологического оттенка деизма. Таким образом, ответ на вопрос об отношении Ньютона к деизму не может быть простым. Ньютон был противником деизма в его общем определении, но он не мог быть противником специфического оттенка деизма, который столь явно виден у Локка. Такая позиция тесно связана с физическими идеями Ньютона. Уже говорилось о его постоянном возвращении к идее эфира, заполняющего пространство, как «чувствилища» бога, служащего посредником в воздействиях бога на тела и избавляющего теорию тяготения от понятия дальнодействия. Но такие концепции, вполне устраивавшие Ньютона-теиста, не могли удовлетворить Ньютона — сторонника достоверного, экспериментально подтвержденного и логически обоснованного научного знания. «Начала» приводили Ньютона к деизму.

В то же время в своем главном труде Ньютон продолжал линию сенсуализации познания, линию Бэкона и Локка. Впоследствии, в 1693 г., Локк дал весьма высокую общую оценку «Начал» в своих «Мыслях о воспитании». Если бы другие мыслители, писал он, дали столь же достоверное описание других областей природы, какое Ньютон выработал для Солнечной системы, мы постигли бы общий механизм мира. Это программа того, что было сделано в XVIII в.,— программа, сформулированная на пороге столетия.

Благодаря знакомству с Локком Ньютон вошел в круг весьма влиятельных деятелей нового двора. Локк был секретарем, домашним врачом и воспитателем сына графа Шефтсберри, лорда-канцлера Англии, и был хорошо знаком с другими вельможами короля Вильгельма, с которыми он познакомил и Ньютона. Все это приблизило ученого к некоторым настоятельным нуждам государства, что помогло ему через несколько лет в его общественно-политической деятельности.

Период с начала 1690 до 1695 г. стал для Ньютона полосой тяжелых испытаний. Началось с пожара, уничтожившего важные рукописи ученого. Об этом пожаре сохранилось много противоречивых рассказов, включая подробное описание его предполагаемого виновника — собаки Даймонд, опрокинувшей на рукописи горящую свечу. Вероятно, именно этот пожар вызвал у Ньютона длительное психическое расстройство с припадками мании преследования, начавшееся, по-видимому, в конце 1691 г. и продолжавшееся в течение 1692 и 1693 гг. Когда болезнь прошла, Ньютон продолжал исследования в области небесной механики (движение Луны, задача трех тел) и в других областях. Но по-видимому, лондонские воспоминания заставляли

его тяготиться пребыванием в Кембридже. Он делился раздумьями со своими знакомыми в Лондоне, среди которых был Чарльз Монтегю. Ньютон сблизился с ним еще в 1680 г., когда этот юный аристократ учился в Кембридже. За протекшие годы Монтегю сделал блестящую карьеру. Уже в 1688 г. он стал членом парламента — того же, куда был избран Ньютон,— парламента, отдавшего трон Вильгельму Оранскому и Марии Стюарт. Он был представлен новому королю и вскоре оказался самым блестящим руководителем британских финансов.

В 1692 г. Монтегю организовал первый в Англии государственный заем, а еще через два года внес билль об учреждении Английского банка и был назначен канцлером казначейства.

Монтегю предложил Ньютону должность хранителя Монетного двора, и после некоторых колебаний ученый принял это предложение и переехал (учитывая настроение Ньютона, лучше сказать «вернулся») в Лондон. Начало его деятельности совпало со знаменитой в истории финансов Англии перечеканкой монеты в 1697—1699 гг. Сотрудничество 35-летнего сановника и 55-летнего ученого оказалось весьма эффективным. Монтегю был талантливым государственным деятелем и прекрасным знатоком финансов страны, а Ньютон хорошо разбирался во всех деталях плавки металла и чеканки монет. Но больше, чем технологические познания Ньютона, удивляет его глубокое понимание собственно экономической стороны дела. Существует три фолианта — 529 переплетенных черновиков бумаг, которые составлял Ньютон в должности хранителя Монетного двора. Наряду с технологическими вопросами здесь содержатся наброски парламентских актов, объяснительных записок,

проектов и отчетов, отражающих экономический эффект различных нововведений.

Вероятно, никогда еще экономика Англии не зависела в такой степени от технологии чеканки и от производительности Монетного двора: экономические результаты английской революции не могли реализоваться без упорядочения денежного обращения, без наличия монет стандартного веса и устранения потерь государства и населения, связанных с неполноценными деньгами. Монеты чеканили вручную, они не имели точного размера и часто были неполновесными. Когда появились полновесные монеты, их прятали, переливали, увозили за границу, предпочитая расплачиваться неполновесными. Нужно было в сравнительно короткий срок увеличить производительность печей в Тауэре и создать филиалы Монетного двора в провинции. Ньютон добился увеличения выпуска серебряной монеты в четыре, а затем и в восемь раз. В 1699 г. реформа была завершена. Ньютону пришлось заниматься крупными финансово-экономическими проблемами и позже. Он докладывал о них палате лордов уже в качестве директора Монетного двора. Ньютон, в частности, предложил установить надолго сохранившееся соотношение: золотая гинея — двадцать один серебряный шиллинг.

Быт Ньютона в Лондоне теперь изменился. Он получал большое жалованье, был вхож в аристократические дома, сам принимал гостей, участвовал в правительственных и парламентских комиссиях. Монетный двор Ньютон посещал редко, обычно он оставался в своем доме в Пикадилли. Хозяйство там вела племянница Ньютона Катерина Бартон, дочь сводной сестры ученого, очень красивая девушка. Любовь Монтегю к Катерине (по-видимому, произошло их тайное бракосочетание)

также была причиной поддержки, которую он оказывал Ньютону. После смерти Монтегю Катерина стала женой заместителя Ньютона в Монетном дворе Кондуитта.

В 1701 г. Ньютон оставил Тринити-колледж. В 1705 г. перед новыми выборами в парламент ученый приехал в Кембридж, который посетила королева Анна, искавшая поддержки вигов, необходимой для войны за испанское наследство. Королева пожаловала Ньютону титул, и он стал именоваться сэром Исааком. Однако на этот раз он не был избран в парламент: кандидатуру вига встретили криками «Церковь в опасности!». Но королевский двор стал для Ньютона местом частых визитов. Это отнюдь не входило в обязанности царедворца. По-видимому, король, принцы крови и их ближайшее окружение интересовались ходом научных исследований Ньютона. Такой интерес к науке — характерный признак эпохи. Благосклонное внимание королей и принцев, а чаще — королев и принцесс, появление салонных философов и даже складывающаяся традиция научных, вернее, научно-популярных изданий, специально адресованных великим мира сего (и опять-таки чаще их супругам и дочерям — напомним «Письма к немецкой принцессе» Леонарда Эйлера), — это выражение характерной особенности новой науки — ее освобождения из-под ферулы церкви и выхода за рамки профессиональных кругов. Диктатура канонических текстов осуществлялась в монастырях и университетах, очень близких к монастырям. Во дворцах и виллах итальянских герцогов, а впоследствии во дворцах и салонах всей Европы собирались люди, интересующиеся новым естествознанием, создавались независимые от церкви кружки.

Одним из таких кружков — самым известным — было Королевское общество. Ньютон состоял членом Общества с 1672 г., а в 1703 г. стал его президентом. Лондонское Королевское общество своими торжественно возвещенными принципами научного исследования в наибольшей мере соответствовало представлениям Ньютона о науке и научном методе. Созданное в 1662 г. из частного кружка, который Бойль называл «Невидимой коллегией», Королевское общество имело герб с надписью «Nullius in verba» («ничего словами»). В такой формулировке выражалось требование, чтобы на заседаниях Общества не рассматривались логические конструкции, а демонстрировались эксперименты. Это требование соответствовало и бэконовской эмпирической традиции (хотя сам Бэкон не столько производил опыты, сколько выводил их необходимость из логических конструкций), и индуктивистским представлениям Ньютона.

Ньютон стал президентом Королевского общества в шестьдесят лет. Прервем рассказ о его жизни несколькими замечаниями, связанными с собственно биографическим, «онтогенетическим» аспектом истории познания. В каком возрасте Ньютон сделал свои главные открытия и как вообще зависели от возраста ученого его творческий потенциал и характер его научной деятельности? Анализ этой проблемы, как и других «онтогенетических» проблем, раскрывает воздействие на ученого «филогенетических», общих, уже не биографических в собственном смысле, а историко-научных условий, стиля мышления и гносеологической структуры открытий. Помимо чисто индивидуальных различий мыслители обладают разным возрастным графиком свершений. В древности приписывали «Илиаду» молодому, а «Одиссею» — старому Гомеру; автор

античного трактата сравнивал спокойное повествование в «Одиссее» с заходом солнечного диска, который уже не пылает, но сохраняет свои исполинские размеры. Перечисляя изумительные сцены Одиссеи, он указывает, что хотя и говорит о свойствах старости, это — старость Гомера (см. 13, 225). Сопоставим также «Диалог» Галилея, с его бурным взлетом мысли, и «Беседы», гораздо более спокойные по тону. Галилей написал «Диалог», приближаясь к семидесяти годам, а «Беседы» — через несколько лет; смена жанра и стиля объяснялась не возрастом ученого, она была связана с необратимой эволюцией знания, с тем обстоятельством, что «Диалог» выполнил свою историческую миссию.

Что же касается Ньютона, то ему было сорок четыре года, когда появились «Начала». Жизнь его изменилась, но, конечно, до геронтологических изменений было еще далеко, изменение здесь соответствует внутренней логике открытий и их связи с развитием науки. Период от вулсторпских замыслов до «Начал» — это непрерывный взлет мысли, направленной на изменение исходных идей науки. Последующие сорок лет — это уже не изменение исходных идей, а первые десятилетия превращения новых исходных идей в систему механического объяснения природы, охватывающего все основные области знания. Завершение «Начал» — это переход от чего-то аналогичного «Илиаде» — непрерывного и резкого нарастания основного конфликта — к чему-то аналогичному «Одиссее» — картине мира, раскрывающейся в путешествии героя.

Никогда еще не было столь резкого и хронологически определенного, точно датируемого окончания научной революции. От Вулсторпа до «На-

чал» — необратимый ряд мыслей, которые все больше приближаются к однозначной и достоверной аксиоматике науки. После «Начал» — тоже необратимое развитие, но чтобы обнаружить его необратимость, необходимо сравнение некоторого определенного *раньше* и некоторого определенного *позже*. *Раньше* — это Галилей, Кеплер, Декарт, Борелли и Гук; *позже* — Эйлер, Лагранж и их современники. Но для биографии Ньютона до «Начал» такие точки отсчета не нужны, необратимое развитие представлений видно непосредственно. Это «сильная необратимость» познания, это научная революция.

Самым существенным условием перехода от аксиом механики и от закона тяготения, генезис которых был завершающим этапом научной революции, к органическому развитию классической науки были дифференциальное и интегральное исчисления в их классической аналитической форме. Коснемся одного вопроса, связанного с историей инфинитезимального анализа. Почему Ньютон не применял метод флюксий в «Началах»? На сей счет существует много объяснений, и убедительных, и простых; например, ссылаются на непонятность нового математического метода для читателей «Начал». К этим объяснениям следует добавить далеко не столь простое и бесспорное, но тем не менее необходимое соображение. При любой попытке рассматривать непрерывное движение, доводя его до пункта, где движения уже нет, а направление движения сохраняется, мысль как бы совершает скачок к некоторому логически парадоксальному заключению. Даже у самых первых математиков, вводивших анализ бесконечно малых, было некоторое предвосхищение идеи предела, неясная и логически парадоксальная интуиция, охватываю-

щая и связывающая воедино многоугольник и круг у Николая Кузанского, несущественную по своей малости песчинку и песчаную гору у Лейбница, расстояние и скорость в данной точке у Ньютона. В эпоху, когда чисто логические понятия заменялись понятиями, допускающими чувственные аналоги, математические объекты были интуитивно представимыми, иначе они бы не стали основой новой картины мира. Сенсуальная интуиция, необходимая основа рационализма XVII в., обгоняла логические конструкции бесконечности и бесконечного деления, мысль шла от образа к идее. Несомненно, вулсторпские размышления Ньютона соответствовали такому направлению мысли, и он повторил в своем творчестве этот путь, казавшийся ему естественным и понятным. Таким образом, «непонятность» аналитического изложения закона тяготения вытекала из стиля естественнонаучного и математического мышления XVII в.

Но существовала и более общая основа игнорирования метода флюксий в «Началах». Она связана с неудачей эфирной концепции тяготения. Для Ньютона метод флюксий был не только новым математическим методом, но и натурфилософским и физическим представлением, концепцией основных свойств мироздания. Эволюция физики XVIII—XIX вв. позволяет объяснить положение, сложившееся в XVII в. Физическим эквивалентом дифференциального исчисления стало представление о близкодействии, идея физической реальности поля. В период подготовки «Начал» идея близкодействия могла получить лишь форму эфирной концепции тяготения, картезианскую форму. Но это противоречило основной установке Ньютона— однозначности системы мира; с эфиром ученый

мирился в оптике и в химических концепциях, но в «Начала» эфиру путь был закрыт.

Отсюда — поздняя публикация математических трудов Ньютона, хотя сроки публикации определялись и менее глубокими, но более явными стимулами, в частности соображениями приоритета. Но тут была и собственно гносеологическая причина. Ньютон отказывался публиковать свои работы не только из неприятия полемики, не только по свойствам своего, вообще говоря, нелегкого характера — он как бы интуитивно чувствовал всю необратимость эволюции познания, выраженную в достоверных (хотя бы в определенных границах) констатациях и обобщениях науки. Стремление к полной достоверности, к бесспорности — это внутренний (как уже было сказано, возможно, неосознанный) импульс, заставлявший избегать дискуссионных утверждений. Но что такое достоверность?

Ньютон видит ее в согласии с опытом: математические конструкции становятся достоверными, когда они приобретают онтологическую ценность, становятся суждениями о реальном мире, экспериментально проверенными утверждениями. Основы дифференциального и интегрального исчислений стали отвечать этому требованию, когда было создано математическое естествознание, в основном в XVIII в. В конечном счете именно с этим интуитивным представлением о математике и ее онтологической ценности, с бэконовским и локковским сенсуализмом, ставшим внутренним, еще раз подчеркнем, безотчетным психологическим стимулом Ньютона, связаны поздние сроки публикации его математических трудов.

Если мы раскроем эти труды («Универсальную арифметику» и уже упоминавшиеся работы, поло-

жившие начало анализу бесконечно малых), мы увидим, что Ньютон рассматривает физические задачи и выбирает те математические понятия и методы, которые предполагают существование физических эквивалентов.

Каких именно эквивалентов? Чего именно ждет математика Ньютона?

На этот вопрос можно ответить, ближе познакомившись с основной идеей теории флюент и флюксий. Здесь понадобятся некоторые предварительные пояснения.

Метод флюксий и лейбницевский метод дифференциалов получили непротиворечивую форму, когда О. Коши ввел понятия предела и переменной величины, стремящейся к пределу. Переменная называется бесконечно малой, если ее пределом служит нуль. Анализ бесконечно малых рассматривает предел отношения между приращениями двух переменных, из которых одна является функцией другой, например предельное отношение приращения пути к приращению времени. Такое предельное отношение называется, как известно, производной функции. Скорость в данной точке — это предел отношения приращения пути к приращению времени, производная пройденного пути по времени. Нахождение производной по первообразной функции, например нахождение скорости по пройденному пути, называется дифференцированием. Обратная операция — нахождение первообразной функции по ее производной — называется интегрированием. Можно найти производную от производной. Вторая производная от пути по времени—это ускорение.

В «Методе флюксий» Ньютон предупреждает, что введенные им математические понятия представляют собой обобщение категорий механики,

что уподобление флюксии скорости нарастания пройденного пути — лишь исходная аналогия и наиболее важный пример общего соотношения между флюентой и флюксией. Соответственно независимой переменной может служить любая величина, если к ней как к заведомо равномерно и бесконечно изменяющейся отнесены все другие величины. Такое обобщенное понятие времени мы встречаем и в «Началах». Подобное обобщение открывает дорогу новым физическим понятиям. Представим себе, что независимой переменной служит пространство, например пространственное расстояние от центра тяготения, и нам нужно вычислить силу тяготения в каждой точке. Сейчас мы знаем, что решение подобных задач связано с представлением о силовом поле — пространстве, где каждой точке соответствует определенное значение силы, действующей на единичную массу. Мы знаем также, что подобная формальная континуализация тяготения, заполняющая пространство чисто математическими величинами, превратилась впоследствии в картину материальной среды, передающей силу от точки к точке и (после того как была доказана конечная скорость распространения взаимодействия) от мгновения к мгновению.

Таким образом, математическое обобщение механики дальнодействия вело к физике близкодействия.

Представление о флюксии как о предельном отношении (вернее, тенденция к такому представлению) у Ньютона уживалось с иной тенденцией — с идеей бесконечно малых величин, рассматриваемых как не протяженные, но находящиеся в определенных отношениях друг к другу. Когда Ньютон говорит о «первых и последних отношениях», то иногда неясно, имеет ли он в ви-

ду предельное отношение переменных величин или же отношение предельных постоянных значений.

В целом Ньютон склоняется к идее предельных отношений между величинами, которые остаются переменными и никогда не достигают своих пределов. Но в этом вопросе в «Методе флюксий» и «Началах» нет полной определенности. У Ньютона теория пределов существовала не в виде законченной концепции, а в виде некоторой программы или тенденции, у него была известная разноголосица в понимании и обосновании бесконечно малых.

Лейбниц независимо от Ньютона сформулировал методы дифференциального и интегрального исчислений. Он ввел их по существу в современной форме. Нас интересует определение бесконечно малой у Лейбница. В его математических идеях немало противоречий, и, кроме того, они изменялись в течение жизни ученого. В работах Лейбница можно найти различное понимание основных математических категорий, и прежде всего различное понимание бесконечно малых.

Лейбниц говорил о дифференциалах как о бесконечно малых приращениях независимой переменной и ее функции, причем под бесконечно малой подразумевалась постоянная величина—приращение настолько малое по сравнению с исходной величиной, что его можно приравнять к нулю. Это «можно приравнять» не означает, что бесконечно малая действительно представляет собой нуль. Приравнивание к нулю оправдывается ничтожностью бесконечно малой величины по сравнению с величинами, к которым она прибавляется или из которых она вычитается. В 1702 г. Лейбниц писал П. Вариньону: «Несравненно меньшее

бесполезно принимать в расчет по сравнению с несравненно большим: так, частица магнитной жидкости, проходящая через стекло, несравнима с песчинкой, песчинка — с земным шаром, земной шар — с мирозданием» (18, 59).

Из этого варианта анализа бесконечно малых вытекает континуальная картина вещества как результат некоторого игнорирования его действительной дискретности. Такая картина была создана в XIX в.: макроскопическая термодинамика не может не отрицать дискретность вещества, но она рассматривает средние значения температуры как нечто изменяющееся непрерывно, и только при таком условии понятия температуры, температурного перепада и т. д. приобретают смысл. Но этого мало. Критерий существенности величины и движения дискретных частей вещества дает иерархию форм движения, создает частные границы в картине мира, выделяет области, где существенна протяженность атомов, молекул, клеток, макроскопических тел...

Иные выводы следуют из ньютоновского варианта исчисления бесконечно малых. Это прежде всего идея реальной континуальной субстанции. Такой субстанцией является поле. В теории Фарадея исходным понятием служит поле как континуальная физическая реальность, а дискретным частицам предоставляется роль простых окончаний силовых линий. Если в рамках математики ньютоновский и лейбницевский варианты эквивалентны и здесь существует проблема приоритета, то их физические интерпретации различны.

Перейдем теперь к другой области научных интересов Ньютона, далеко не очевидным образом связанной с остальными. Хотелось бы несколько оправдать подобные переходы в глазах читателей.

Они соответствуют действительной логике интересов Ньютона, осложненной внешними событиями. Внутренняя логика научной мысли Ньютона характеризуется параллельной разработкой вопросов математики, механики, физики, химии, а также богословских проблем. Наряду с научными занятиями Ньютон выполнял административные обязанности в университете, парламенте, Монетном дворе, Королевском обществе. Нельзя сказать, что различные интересы ученого не пересекались. Однако в этом отношении не только Ньютон, но и другие мыслители XVII в. отличались от ученых и XV—XVI и XVIII—XIX вв. Основой энциклопедизма мыслителей итальянского Возрождения были недифференцированность познания и неразделенность критериев истины, добра и красоты. Истинным считалось то, что служило людям, было добром, и то, что было прекрасным. Это представление о прикладной функции познания и о его эстетической ценности было основой подлинного слияния практической деятельности, научного мышления, охватывающего всю Вселенную во всех ее модусах, и художественного творчества. Микеланджело и Леонардо считали свое художественное творчество, научные идеи и результаты прикладных исследований чем-то единым.

Ученые XVIII—XIX вв., как правило, занимались какой-либо конкретной, ограниченной областью науки, а посторонние интересы были для них чем-то логически не вытекавшим из основного предмета исследований. У Ньютона параллелизм в научной деятельности вытекал прежде всего из основной коллизии его творчества. Оптика и химия отделились у него от механики, поскольку последняя получила однозначную форму «физики принципов», а микромир и свет стали областью

гипотетических моделей (оговорки об условности этих моделей не стерли появившуюся грань, а лишь подчеркнули ее). Разграничение математики и физики нашло отражение в отказе Ньютона от обоснования теории тяготения с помощью метода флюксий — основного результата его математических исследований.

Почему богословско-исторические исследования Ньютона проводились независимо от его естественнонаучных и математических идей? На этот вопрос мы уже в сущности ответили. Ньютон не дал естественнонаучного, соответствующего запросам естественной религии обоснования теизма. Наука питала деизм Вольтера, а позднее атеизм Гольбаха, Дидро и Ламетри. Несмотря на теистические декларации в «Началах» и в переписке Ньютона, теизм не стал выводом из классической механики. Отсюда — потребность в ином обосновании. Ньютон ищет его в Библии. Казалось бы, это возврат к scripta. Но нет, Библия оказывается объектом исследования. Она должна быть подтверждена историческим анализом, причем рационалистическим и опирающимся на факты. Богословский анализ бытия бога превращается в историко-богословский.

Ньютон был убежден в истинности Библии, но он полагал, что многие тексты, включенные в нее, могут быть иносказаниями или искажениями первоначального текста. Какие исторические источники привлекает Ньютон для сопоставления с Библией?

В основных историко-богословских трудах Ньютона собраны фантастические по объему исторические материалы. Это плод сорокалетнего труда, напряженных поисков, огромной эрудиции. В сущности Ньютон рассмотрел всю основную литературу по древней истории и все основные источни-

ки, начиная с античной и восточной мифологии. Среди произведений, написанных в 90-х годах, мы встречаем трактат «О двух важных искажениях текста Священного писания». Здесь подвергаются критическому анализу латинские переводы текстов из апостольских писаний, где говорится о триединстве бога. Ньютон считает их прямым искажением более ранних текстов, в которых не упоминается о троичности. Ньютон — сторонник идеи единства бога, унитарианец, разделяющий арианскую ересь, отрицающий божественность Христа. Епископ Горслей, который редактировал изданное в 1785 г. собрание сочинений Ньютона, сопроводил трактат примечанием: «Содержащуюся здесь инсинуацию, будто учение о триединстве не вытекает непосредственно из слов, предписанных обрядом крещения, мы не ожидали бы найти у писателя, не принадлежащего к социнианам». Л. Т. Мор, выпустивший в 1934 г. биографию Ньютона с включением цитат из неопубликованных рукописей ученого, приводит прямые доказательства его отказа от догмата триединства бога и от догмата божественности Христа (см. 38, 608—648).

Для Ньютона Библия в ее первоначальном виде — результат непосредственного божественного откровения, порождение времени чудес, когда бог вступал в общение с людьми и нарушал естественный порядок. Но с того момента, когда законы бытия были установлены, ход событий подчинен им. Задача историко-богословских работ Ньютона — привести в соответствие с Библией древнюю историю Египта, Передней Азии, Греции, Рима, сократить хронологические рамки истории древности, чтобы избежать упоминания о событиях, предшествующих библейскому сотворению мира, уложить историю в библейские рамки. Ньютон прив-

лекает текстологическую и филологическую критику, астрономические расчеты, связанные с солнечными затмениями, изучает необъятную литературу, проявляя изумительную изобретательность в новых интерпретациях исторических событий, чтобы сократить хронологию древности. Ему кажется, что эта новая, согласованная с библейской канвой хронология достоверна. «Краткую хронику» Ньютон заканчивает словами: «Я составил эту хронологическую таблицу, чтобы привести хронологию в согласие с ходом естественных событий, с астрономией, со священной историей и с самой собой, устранив многочисленные противоречия, на которые жаловался уже Плутарх. Я не претендую на то, что эта таблица точна до одного года. Здесь возможны ошибки в пять или десять лет, может быть кое-где и в двадцать, но не намного больше» (17, 306).

Конечно, не имея расшифровки клинописи и иероглифов, не имея данных археологии, тогда еще не существовавшей, скованный презумпцией достоверности библейской хронологии и верой в реальность того, что рассказывалось в мифах, Ньютон ошибался не на десятки и даже не на сотни лет, а на тысячелетия, и его хронология далека от истины даже в том, что касается самой реальности некоторых событий (см. 38, 616).

В. Уистон писал в своих воспоминаниях: «Сэр Исаак в области математики нередко прозревал истину только путем интуиции, даже без доказательств... Но этот же сэр Исаак Ньютон составил хронологию. Первую и основную главу этой хроники он переписывал 80 раз собственноручно, причем каждый экземпляр лишь очень незначительно отличался от другого. Однако эта хронология убеждает не больше, чем остроумный историчес-

кий роман, как я окончательно доказал в написанном мной опровержении этой хронологии. О, каким слабым, каким чрезвычайно слабым может быть величайший из смертных в некоторых отношениях» (цит. по: 17, 306—307).

Хронология древности у Ньютона и общая схема века чудес и века естественного хода исторических событий допускают некоторые, впрочем отнюдь не прямые, аналогии с его физическими идеями. Бог, нарушающий чудесами естественные законы бытия, а затем предоставляющий миру развиваться по установленным законам, напоминает бога, который совершает первоначальный толчок, а затем предоставляет планетам двигаться в соответствии с законами инерции и тяготения. Такая аналогия естественна, и, по-видимому, здесь не только аналогия. В обоих случаях Ньютон поручает богу те действия, которые еще не нашли рационального объяснения. Богу предоставляется функция «мастера, заводящего часы». В обоих случаях концепция божественного вмешательства связана с ограниченностью каузальной картины мира. Но здесь и другая, более отдаленная аналогия. Бог, свободно устанавливающий начальные условия движения и в Солнечной системе, и в человеческой истории, невольно ассоциируется с политическим идеалом суверена, который в прошлом не считался с законами, но после их установления лишен возможности их нарушать. Бог Ньютона попадает в зависимость от науки, притом не только от физики, но также от исторической науки. Физика переходит от данного процесса к его начальным условиям: от движения орбит с определенной тангенциальной составляющей к первоначальному толчку. История же от первоначального провиденциального вмешательства в исторический

процесс переходит к социальным законам. В историко-богословских трудах Ньютона мы ощущаем какой-то вопрос, направленный к будущему науки, нечто толкающее мысль к переходу через ту грань непознанных начальных условий, за которой наука обретает новое, рациональное объяснение фактов, формирует новые фундаментальные понятия, переходит на новую ступень своего развития.

Пора высказать общее впечатление о Ньютоне как о человеке. Такие итоговые оценки обычно даются в последних главах или на страницах биографий Ньютона. Ньютон умер 20 марта 1727 г. Наружно, в быту, в отношении к людям, он мало изменился, перешагнув через восьмидесятилетие. По воспоминаниям, относящимся к последним годам его жизни, это был невысокий, плотный человек с седой шевелюрой, скромный, благожелательный ко многим людям и вместе с тем отчужденный, замкнутый. И очень простой, без резко очерченной индивидуальности, которую так часто ждут от гения и так редко встречают. Очень рядовой, очень обыкновенный, ничем по внешности не выделяющийся — таково впечатление, которое находишь, а иногда угадываешь в воспоминаниях современников Ньютона. На первый взгляд все это как-то не вяжется с образом подлинного титана, так сильно изменившего своими идеями картину мира, а с ней и человеческую цивилизацию в целом. Но только на первый взгляд. Потом начинаешь чувствовать, что именно таким и должен был казаться создатель аксиом движения, теории тяготения, дифференциального исчисления.

Конечно, Ньютон не был рядовым англичанином. Но он был *типичным* англичанином второй половины XVII и начала XVIII в. Так называемые типичные черты англичанина — результат

всей многовековой истории Англии. Эти типичные черты, запечатленные в психологии, манерах поведения, традициях, склонностях, привычках англичанина, как-то связаны с научным подвигом гения. Можно ли обнаружить подобную связь того, что приписывается типичному англичанину и что отражено в сотнях характеристик, исходящих от самих англичан и от иностранцев, а также в художественной литературе, с тем, что можно назвать анатомией гениального открытия? Можно ли провести какую-либо аналогию между майором Томсоном в известной книге французского писателя П. Даниноса пусть даже перенесенным из нашего времени в XVII в., и Ньютоном? Иными словами, может ли гений оказаться типичным англичанином?

Прежде всего рассмотрим само понятие типичности. Как уже говорилось, чем глубже и шире отображение эпохи мыслителем, тем в большей мере оно усиливает его индивидуальность, неповторимость, несводимость к общему. Но и историческое прошлое и современная эпоха всегда запечатлены в чем-то типичном для страны, для ее обитателей.

Из всей необъятной художественной (в том числе сатирической), научно-исторической и мемуарной литературы о типичном англичанине вырисовываются некоторые констатации, которые кажутся бесспорными*. Самое бесспорное — противоречивость черт, приписываемых типичному англичанину. Он склонен к культу традиций, он любуется прошлым, реликвиями прошлого. Он — консерватор. Он сохраняет в прежнем виде дома, систему отопления, костюмы, церемонии, учреждения, их

* Остроумная и меткая характеристика типичного англичанина дается в книге В. Овчинникова «Корни дуба» (см. 21).

названия... И вместе с тем этот же типичный англичанин радикально изменяет очень многое. Но даже при самых коренных изменениях — технических, социальных, культурных, научных, художественных, бытовых — он стремится сохранить нечто традиционное.

Эта черта никогда не имела такого значения, как во времена английской буржуазной революции XVII в. С какой энергией Ньютон противится назначению Альбана Френсиса, ссылаясь на отсутствие прецедента! Как много сил он затрачивает, чтобы в нескончаемых реорганизациях парламента, армии, администрации, суда сохранить нечто архаичное, неизменное, обладающее ореолом возраста! В сущности и сама революция завершилась классовым компромиссом буржуазии и нового дворянства.

Индивидуализм в науке — это также своеобразная отсылка к прецедентам, попытка найти объяснение данного факта в другом факте, стремление избежать, по крайней мере пока это возможно, резкого изменения общего закона, стремление не выходить за рамки частных объяснений при сохранении общего, традиционного принципа. Нет сомнения, что традиционализм английской революции (весьма типичное для Англии соединение понятий!) оказывал влияние на характер научного мышления, определяя метод, стиль, форму того, что было сделано. Нет сомнения, что специфические черты революции были связаны с личным традиционализмом типичного англичанина, проявлявшимся в быту, в поведении, в отношении к моральным и эстетическим ценностям. Специфика эпохи по-разному отражается в сознании обывателя и в творчестве мыслителя. Но оба они дети своей страны и своей эпохи.

В сближении научного и обыденного мышления нет никакой натяжки. Оно соответствует единству исторического процесса, в котором участвуют все и который влияет на всех. Если англичанин требует в аптеке «философский инструмент», имея в виду термометр, то это объясняется не только традиционной терминологией, связанной с индуктивистским пониманием «философии», но и той предметностью мышления, которая является уделом типичного англичанина.

Для типичного англичанина характерны бережное отношение к естественному ландшафту, пристрастие к паркам с минимальным нарушением такого ландшафта. По существу та же черта проявилась и в стремлении к естественной картине мира, в наименьшей степени подчиненной какой-либо схеме (тенденция, восходящая в науке к Бэкону, Локку и Ньютону, но давно уже ставшая органической). В 1930 г. П. Кохен-Портхайм в книге «Англия — неведомый остров» писал: «Английскую душу можно уподобить не саду, где природа подчинена геометрии, и не первобытному лесу, а парку, где природа сохраняет свои права настолько, насколько это совместимо с удобствами для человека; она по существу является таким же компромиссом между естественным и искусственным, как английский парк» (цит. по: 21, 293).

«Компромисс между естественным и искусственным»! Для типичного англичанина естественное — это то, что соответствует законам природы, ощущается ли такое соответствие в непосредственном эстетическом впечатлении или в осознанном выделении того, что может быть объяснено рациональными причинами. Идея естественности не была результатом философии Бэкона и Локка, но и не сформировалась без ее влияния; тут было взаимо-

действие стихийно складывающейся общественной психологии и осознанных, сформулированных, получивших названия, вошедших в историю направлений мысли. *Идея* естественности взаимодействовала с *чувством* естественности, с общим, характерным для англичан эстетическим восприятием природы и культуры. В таком взаимодействии — национальные корни философии и науки, то, что выходит за рамки дедукций, за рамки логики, то, что создает конкретную историю.

Все это облегчало синтез рационализма и сенсуализма, составлявший главное философское содержание творчества Ньютона.

Такой синтез демократичен. Он превращает сенсуальный опыт народа в конструкции разума. Отсюда — связь гениальных взлетов мысли с тем типичным, что создается стихийной эволюцией общественного сознания.

Несколько дополнительных замечаний о понятии, которое уже не раз упоминалось в этой книге, да и не могло не упоминаться в ней. Это понятие научной гениальности, сопоставленное выше с понятием типичности. Такое сопоставление демократизирует титул гения. В основе этой демократизации лежит весьма общая гносеологическая концепция. «Внутреннее совершенство» — общность новой фундаментальной идеи, блеснувшей в сознании мыслителя, — основано на общности эмпирического опыта, на массовом опыте, на повседневных наблюдениях. Закон всемирного тяготения был сформулирован на основе анализа явления тяжести — того, что наблюдают все люди, и на основе многого другого, отложившегося в типичных особенностях общественной психологии. Каждое гениальное озарение тем неожиданнее, чем шире его эмпирическая основа, — не в смысле экспери-

мента, подлежащего объяснению (он может быть единственным), а в смысле многочисленности, разнообразия и сложности того облака ассоциаций, которое возникает в сознании гения и предопределяет широту, неожиданность и «внутреннее совершенство» новой научной концепции. В периоды «сильной необратимости» широта обобщений велика не только в «пространстве ассоциаций», свойственном данной эпохе, но и во времени: обобщаются идеи прошлого и будущего, происходит трансформация идей. Гений трансформирует представления о мире и заменяет их новыми, которые оказываются развитием, уточнением, конкретизацией и обобщением старых. Речь идет не об устранении ошибочных представлений; они исчезают, подобно авгиевым конюшням, под действием изменившегося течения реки. Гений повторяет подвиг Геракла.

При всей неразделимости понятий трансформации и инвариантности мы можем обнаружить в ходе научной революции XVI—XVII вв. некоторое различие в акцентах. Для Возрождения, и в частности для Чинквеченто, акцент стоял на освобождении науки от перипатетизма. Возрождение было эпохой утверждения классических эстетических ценностей. Второй акт научной революции — генезис классической науки — был тем, что Гегель называл «наличным бытием», итогом становления. Акцент переносится здесь на созидательную сторону научной революции.

Мы уже говорили, что мыслителям XVI в. свойственна энциклопедичность, глубокая гармония жизни и творчества. Для мыслителей XVII в. характерно выделение некоторой мелодии, некоторого лейтмотива, который уже не был так связан с их общественной борьбой и с их личной биогра-

фией. В качестве идеала научного творчества теперь выдвигалась некоторая концепция, претендовавшая на неподвижное бессмертие. Старое стало казаться простой ошибкой, новое — абсолютной истиной. Истиной, в общем случае уже не требовавшей резкой и решительной критики прежних суждений, так как слово было предоставлено эксперименту и математике. С этим связан новый тон научной литературы. Уже у Галилея филиппики против перипатетизма, столь яркие в первых произведениях и сохранившиеся в «Диалоге», сменяются чисто позитивным изложением «Бесед». У Ньютона же мы видим игнорирование гипотез, не получивших подтверждения, либо, что почти то же, плюрализм таких гипотез при полном нежелании защищать их в полемике со сторонниками иных взглядов. Отсюда — столь частый по сравнению с Возрождением отказ от борьбы, от мобилизации сторонников вплоть до отказа от публикации готовых работ.

Таким образом, рассмотрение особенностей эпохи в их отношении к гениальному творчеству Ньютона подводит к облику мыслителя, каким он представляется в его биографии в собственном смысле, в том, что можно назвать личной биографией. Конечно, полностью отделить историю познания от личности нельзя: речь идет о биографии, но о биографии Ньютона. Тем не менее именно для Ньютона характерно специфическое отношение между жизнью и творчеством. В отличие от гениев XVI в. творчество у него не сливается с жизнью, но абсорбирует из нее то великое, что превращает жизнь мыслителя в этап истории познания.

Еще одно замечание о понятии гениальности применительно к XVII в. «Топологическая» кон-

цепция гениальности, концепция связи с максимальным внешним множеством, с «эпохой» как меры индивидуальности, неповторимости, оригинальности мыслителя может быть разъяснена следующей аналогией. Чем чаще мы используем в физике неожиданные для нее ассоциативные связи («странность», «кварки» и т. п.), тем естественнее и чаще возникают обратные связи. Понятие гениальности включает некоторое нарушение закона, правила, традиции, симметрии, нечто от эпикуровского clinamen — спонтанного отклонения атома от макроскопически определенного пути. Физика добралась до аналога clinamen, только включив в картину мира элементарные частицы (напомним замечание В. И. Ленина: «а электроны?» — на полях конспекта лекций Гегеля по истории философии, где упоминаются негативные оценки концепции Эпикура) (см. 2, 29, 266—267). Но именно современная неклассическая картина микромира позволяет отчетливее увидеть ту неожиданность творений гения, которая характерна и для прошлого. В наше время Нильс Бор выразил мысль об этой неожиданности в известном замечании о теории Гейзенберга («теория эта—безумна, но достаточно ли безумна, чтобы быть правильной?»). Применительно к творчеству Ньютона это «безумие» приобретает некоторый дополнительный смысл — инфинитезимальный: постижение бесконечности в конечном, в локальном.

В этом отношении идея бесконечно малых служит как бы аналогом гениального открытия. Когда Николай Кузанский увидел в круге (именно увидел — здесь уже полностью был осуществлен ренессансный синтез сенсуального и логического постижения) многоугольник с бесконечным числом сторон, когда Галилей показал построение

такого многоугольника, свернув в окружность полоску бумаги, это уже было таким аналогом. Но Ньютон сделал больше. Он увидел (опять-таки — увидел) бесконечное в точке и в мгновении, раскрыл их динамическую природу, понял их как результат бесконечного приближения переменной к ее пределу. Таким образом, пространство и время стали бесконечными уже не только в умозрительном возрастании, но и в реальном движении как основе всего видимого нами мира.

ФИЛОСОФИЯ

Является ли «философия», фигурирующая в названии «Начал», философией в более общем, обычном смысле? Специфически английский смысл этого слова (вспомним о «философском инструменте» — термометре) отразился здесь несомненно. Но может быть, в «Началах» такой специфический смысл несколько расширяется и «философия» приближается к философии без кавычек?

Положительный ответ на этот вопрос означал бы, что традиция сведения философии к результатам индукции представляет собой элемент необратимого развития философской мысли в целом. Но речь идет о другом — о линии, соединяющей эмпиризм и рационализм XVI—XVII вв. С этой линией синтеза эмпиризма и рационализма и связано философское, более общее, чем собственно физические идеи, содержание «Начал».

В первую очередь это касается «физики принципов». С. И. Вавилов, раскрывая смысл этого понятия, отрицал тождество «физики принципов» с чистым эмпиризмом и сближал ее с позднейшими воплощениями научного сенсуализма, с «матема-

тической экстраполяцией», принципам наблюдаемости и т. д. (см. 7, 3). Если же идти от «физики принципов» не вперед, к нашему времени, а назад, к индуктивной философии Бэкона и сенсуализму Локка, то мы придем к проблеме отношения ньютонианства к рационализму XVII в.

Обратимся к принадлежащей самому Ньютону характеристике его метода.

В третьей книге «Начал» Ньютон поместил уже известные нам «Regulae philosophandi» — «Правила философствования», или, как перевел А. Н. Крылов, «Правила умозаключений в физике». Первое правило гласит: «Не должно принимать в природе иных причин сверх тех, которые истинны и достаточны для объяснения явлений». Три следующих правила требуют, чтобы одинаковым явлениям приписывались одинаковые причины, чтобы свойства, присущие всем телам, подвергнутым исследованию, принимались за общие свойства материальных тел и, наконец, чтобы законы, индуктивно выведенные из опыта, считались верными, пока не обнаружатся явления, которым они будут противоречить (этому правилу должно следовать, говорит Ньютон, чтобы доводы индукции не уничтожались предположениями). Последний из перечисленных принципов, казалось бы, действительно был абсолютным правилом ньютоновской механики, которая и самому Ньютону, и его последователям представлялась лишенной гипотетических посылок, целиком основанной на фактах и именно поэтому окончательной, вечной, абсолютной.

Но в действительности «Начала» не могли быть созданы без понятий, далеко не сводившихся к той простой систематизации опыта, которую называли индукцией. Ньютон рассматривал резуль-

таты наблюдений с точки зрения бесконечности — исходя из презумпции подчиненности бесконечного или по крайней мере неопределенно большого множества процессов закономерностям, найденным в результате конечного числа наблюдений. Когда обнаруженные на Земле законы механики исходя из астрономических наблюдений распространяли на расстояния в сотни световых лет, полагали, что эти законы бесконечно применимы к недоступным наблюдению объектам. С другой стороны, классическая механика исходила из предпосылки, что законы, установленные при наблюдении макроскопических тел, распространяются и на микроскопические процессы. Но такая инфинизация опиралась, явно или неявно, на представления, модели, чуждые индуктивному методу.

Чистый эмпиризм так же невозможен, как и чистый рационализм. Наука всегда сочетала «внешнее оправдание» с «внутренним совершенством», Сенсус с Логосом. Эмпирия имеет дело с *здесь-теперь* — если говорить о времени, то с настоящим, как с нулевой по длительности гранью между прошлым, которого уже нет, и будущим, которого еще нет. Познание означает переход от *здесь-теперь* к *вне-здесь-теперь* (см. 12, 3—25). Дифференциальное представление о мире как бы включает в данную точку стремящиеся к ней другие точки, в данное мгновение — стремящиеся к нему другие мгновения. Понятие предела, связывающее пребывание с движением, явно основано на синтезе Сенсуса и Логоса. Сенсуальная постижимость и пространственно-временная длительность составляют основу познания субстанции. В реализации такого логико-эмпирического познания, в разработке пространственно-временной картины мира заключается необратимая эволюция познания.

Индуктивизм Бэкона и сенсуализм Локка, несомненно, входили в число источников «физики принципов». Но если рассматривать «физику принципов» вместе с ее источниками как этап необратимого развития познания, то Бэкон и Локк оказываются предшественниками синтеза сенсуализма и рационализма, перехода к понятиям, одновременно являющимся элементами Логоса и элементами Сенсуса.

Предшественником такого синтеза был и Декарт. Современная ретроспекция, современные примеры единства «внешнего оправдания» и «внутреннего совершенства» заставляют отказаться от традиционного противопоставления Ньютона как создателя индуктивистской «физики принципов» Декарту с его «физикой гипотез». Не отказаться полностью, но увидеть в этом противопоставлении оттенки, стороны, акценты единого метода науки. «Начала философии» Декарта были эпохальным по своему значению переходом от иллюзии чистого Логоса к реальному бытию протяженной материи как объекту познания. Разум постигает протяженную природу. У Декарта акцент стоит на разуме. Протяженная природа, которую объясняет разум, оказывается тождественной пространству. Отсюда — трудность: тела не могут быть выделены из окружающей среды, из пространства. Эта трудность была преодолена динамизмом, наделившим тела негеометрическими свойствами. Но такой переход означал, что рационализм вышел за пределы чистой мысли, включив в себя то, что было сделано Бэконом и Локком. Таким синтезом — внутренним, скрытым, но несомненным — оказалась «физика принципов» Ньютона. В «Математических началах натуральной философии» объектом исследования становятся сенсуально пос-

тижимые тела, отличные от пространства, испытывающие воздействие сил. Следующим шагом сенсуализации пространства стала идея физического поля, концепция Фарадея и Максвелла. В XX в. был сделан еще более решительный шаг в сторону такой сенсуализации: пространство, по выражению Г. Вейля, перестало быть «наемной казармой» для тел, в общей теории относительности оно стало «участником» их бытия, а в квантовой механике сами тела — элементарные частицы — оказались концентрациями поля.

Ньютон, конечно, не ставил своей задачей соединить идеи Декарта с идеями Бэкона и Локка. «Начала философии» Декарта противоречили главному стремлению Ньютона— стремлению к однозначности. Кроме того, Ньютону, по всей вероятности, вообще не были свойственны размышления об идейных корнях собственных концепций. Ведь ученый часто считал свои взгляды простой констатацией фактов. Эйнштейн начал свою Спенсеровскую лекцию в Оксфорде («О методе теоретической физики») словами: «Если вы хотите узнать у физиков-теоретиков что-нибудь о методах, которыми они пользуются, я советую вам твердо придерживаться следующего принципа: не слушайте, что они говорят, а лучше изучайте их работы. Тому, кто в этой области что-то открывает, плоды его воображения кажутся столь необходимыми и естественными, что он считает их не мысленными образами, а заданной реальностью. И ему хотелось бы, чтобы и другие считали их таковыми» (24, 181).

Спенсеровская лекция Эйнштейна — образец очень точной характеристики действительного метода научного исследования. Современный ученый, представитель неклассической науки, рассматри-

вает свой метод и его результаты как нечто отнюдь не окончательное, подлежащее развитию, оцениваемое с позиций предвидимого будущего. Эйнштейн говорит, что взгляд ученого на прошлое и настоящее науки «зависит от того, с чем он связывает надежды на будущее и что ставит своей целью в настоящем...» (там же). Прогнозы и цели определяют оценку теории, ее вклада в необратимое движение науки. Для биографии ученого такие субъективные оценки чрезвычайно важны, они связаны с личным, эмоциональным подтекстом творчества. Объективная оценка результатов научного творчества ретроспективна. Такая оценка зависит от того, насколько осуществились «надежды на будущее», насколько достигнуты «цели в настоящем».

Лекция Эйнштейна посвящена соотношению содержания научных теорий и совокупности опытных фактов. Древняя Греция, говорит Эйнштейн, дала науке идею логической системы, «теоремы которой вытекали друг из друга с такой точностью, что каждое из доказанных ею предложений было абсолютно несомненным». Речь идет о геометрии Эвклида. Конечно, она была необратимым шагом познания, и именно поэтому сохраняется ее эмоциональный подтекст. «Этот замечательный триумф мышления придал человеческому интеллекту уверенность в себе, необходимую для последующей деятельности. Если труд Эвклида не смог зажечь ваш юношеский энтузиазм, то вы не рождены быть теоретиком» (там же).

Ньютон был рожден теоретиком, и Эвклид, конечно, зажег его юношеский энтузиазм, просто его научный темперамент, в такой громадной степени соответствовавший очередной ступени познания — созданию однозначной картины мира, —

исключал эмоциональные излияния. Но такой же энтузиазм был рожден великими открытиями и обобщениями первой половины XVII в. Они в каком-то смысле противостояли триумфу чисто теоретического мышления, исключая иллюзию, будто логическое мышление является самостоятельным путем познания.

Этот путь был необходим, но не достаточен для постижения действительности. «...Прежде чем человечество созрело для науки, охватывающей действительность, необходимо было другое фундаментальное достижение, которое не было достоянием философии до Кеплера и Галилея. Чисто логическое мышление не могло принести нам никакого знания эмпирического мира. Все познание реальности исходит из опыта и возвращается к нему. ...Именно потому, что Галилей сознавал это, и особенно потому, что он внушал эту истину ученым, он является отцом современной физики и фактически современного естествознания вообще» (там же).

Эта историко-философская и историко-научная концепция Эйнштейна освещает проблему соотношения теоретического мышления и эмпирии в философии и науке XVII в., и в частности проблему соотношения индуктивного знания и «физики принципов» Ньютона. Творчество Галилея, Кеплера и вся наука первой половины и середины XVII в. — это отнюдь не отказ от Логоса в пользу Сенсуса, отнюдь не индуктивизм. «Все познание реальности исходит из опыта и возращается к нему», ни на минуту не теряя своей логической структуры. Чистый эмпиризм — такая же иллюзия, как и чисто логическое постижение бытия. Но если наука до Возрождения ставила акцент на Логосе, а научная революция XVI—XVII вв.

перенесла акцент на Сенсус, то наука XX в. акцентирует единство того и другого. В той же Спенсеровской лекции Эйнштейн указывает на общую теорию относительности для подтверждения зависимости логико-математических конструкций от опыта. Как только эти конструкции начинают претендовать на реальное значение, они теряют свой чисто логический характер. Во всякой теории требуется, чтобы из некоторых фундаментальных принципов были строго логически выведены некоторые следствия. Общая теория относительности, допустив, что мировое пространство подчинено не геометрии Эвклида, а геометрии Римана, объяснила ряд астрономических явлений с большей точностью, чем ньютонова теория тяготения. Тем самым геометрия перестает быть чисто логической дисциплиной и возвращается к своим эмпирическим истокам. Геометрические законы привлекаются на суд эмпирии, воплотившись в экспериментально проверяемые концепции. Рассматривая место логического мышления и опыта в системе теоретической физики, Эйнштейн заключает: «...логическое мышление определяет структуру этой системы; то, что содержит опыт и взаимные соотношения опытных данных, должно найти свое отражение в выводах теории. В том, что такое отражение возможно, состоит единственная ценность и оправдание всей системы, и особенно понятий и фундаментальных законов, лежащих в ее основе. В остальном эти последние суть свободные творения человеческого разума, которые не могут быть априори оправданы ни природой этого разума, ни каким-либо другим путем» (там же, 182—183).

Это замечание о «свободных творениях человеческого разума» очень важно. Для средневековой

мысли существовало априорное оправдание разума, выведенное из его провиденциальной гармонии и из его совпадения с ratio scripta. Для «физики принципов» разум конструирует фундаментальные понятия путем простого обобщения наблюдений, простой индукции, заключения от частного к общему. Общая теория относительности показала, что опыту могут соответствовать различные системы фундаментальных понятий и, следовательно, «всякая попытка логического выведения основных понятий и законов механики из элементарного опыта обречена на провал» (там же, 184).

Иллюзорность прямого выведения фундаментальных понятий и законов из фактов могла быть в полной мере показана лишь неклассической физикой, но, как замечает Эйнштейн (с удивительным историко-научным чутьем), уже сам Ньютон не мог не чувствовать произвольности допущений абсолютного пространства и дальнодействия. Эти понятия, как и критика абсолютного пространства и дальнодействия в XVIII—XIX вв., были залогом последовавшего гораздо позже отказа науки от однозначных, вытекающих якобы непосредственно из опыта фундаментальных понятий.

Вернемся к ньютоновым «Правилам философствования». Ньютон утверждает, что законы, выведенные из опыта, должны считаться истинными, пока им не противоречат другие наблюдения. Это еще отнюдь не принципиальное ограничение тезиса о чисто индуктивной природе законов, но это— допущение некоторой изменчивости уже установленных законов. Действительный выход за пределы индуктивизма — неоднозначные законы, которых так много в «Оптике». Законы, выведенные из опыта, нужно считать верными, «чтобы доводы индукции не уничтожались предположениями».

Каково рациональное содержание этого требования, получившее у Ньютона абсолютизированную, крайне антикартезианскую форму?

Вспомним о «внешнем оправдании» и «внутреннем совершенстве». Последнее состоит в минимальном числе допущений, необходимых для выведения данного эмпирически проверяемого заключения, в исключении гипотез ad hoc, в естественности теории. Здесь в неявной форме выражен очень важный постулат, неявно присутствующий и в «Началах»: постулат простоты мироздания, единства управляющих им законов и связанной с этим возможности понять мироздание на пути растущего «внутреннего совершенства» физических теорий. Бесконечность познания не противоречит вере в такую возможность, она вытекает из бесконечной сложности мироздания, управляемого едиными законами. Декарт допустил возможность единых законов и формулировал их, но при построении картины мира он не останавливался перед нагромождением моделей, выдвинутых ad hoc, специально для объяснения отдельных явлений. Действительное стремление к тому, что можно назвать историческим антецедентом критерия «внутреннего совершенства», — особенность творчества Ньютона, его вклад в развитие методов науки, в поиски единства законов мироздания. «Физика принципов» противостояла «физике гипотез», потому что «принципы» были более общими основами знания, а картезианские модели — частными, дополнительными, нарушающими единство картины мира.

Оправдание таких гипотетических моделей состоит в том, что критерий «внутреннего совершенства» — идеальный критерий, всегда допускающий некоторое число гипотез, противоречащих идеаль-

ному «внутреннему совершенству». Достаточно напомнить о множественности моделей в современной теории элементарных частиц. Были такие модели и у Ньютона. Он сделал то, что было возможно в его время, — отграничил неоднозначные модели от достоверных принципов.

Можно думать, что напряженное, достигшее масштаба, свойственного гению, стремление к однозначности отразилось и в особенностях личности Ньютона. Его нежелание вступать в споры вытекало из глубокого убеждения в незыблемости индуктивно выведенных принципов и в неизбежной неоднозначности моделей.

Уверенность в фундаментальности выводов, полученных путем индукции, в какой-то мере исключает полемический подтекст научных работ. Такой подтекст, а чаще даже открытый текст был в «Диалоге» Галилея, его почти не было в «Беседах» и вовсе не было в «Началах» Ньютона. Правда, не было до тех пор, пока «Начала» не попали в руки Р. Котса — фанатичного антикартезианца, который вписал в предисловие ко второму изданию весьма темпераментные филиппики против вихрей Декарта и против идей французского мыслителя в целом. Как отмечает С. И. Вавилов, стиль Котса далек от «величавого и всегда спокойного стиля автора «Начал»» (6, 201). Стиль Ньютона спокоен и величав там, где речь идет о достоверных и кажущихся непосредственными констатациями фактов законах механики. Он становится менее уверенным там, где речь идет о физической природе сил. Но не эти уступки «модельному» мышлению свидетельствуют о картезианских корнях ньютонианства. Основные разделы «Начал», идеи динамизма в их наиболее отчетливой форме раскрывают смысл выражения «картезианские корни ньюто-

нианства», которое показалось бы парадоксальным во времена ожесточенной борьбы между двумя мировоззрениями.

Перейдем теперь к анализу ньютоновской трактовки пространства, времени и движения. Рассмотрим сформулированные Ньютоном понятия относительного и абсолютного времени и пространства. После исходных определений массы, количества движения, силы и т. п. в «Началах» помещено «Поучение», в котором содержатся определения.

Абсолютное время, говорит Ньютон, не имеет отношения к каким-либо событиям, оно существует само по себе и протекает равномерно. Напротив, «*относительное, кажущееся* или *обыденное время* есть или точная или изменчивая, постигаемая чувствами, внешняя, совершаемая при посредстве какого-либо движения мера продолжительности, употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени как-то: час, день, месяц, год» (3, 30).

По определению Ньютона, «*абсолютное пространство* по самой своей сущности безотносительно к чему бы то ни было внешнему остается всегда одинаковым и неподвижным. *Относительное* есть его мера или какая-либо ограниченная подвижная часть, которая определяется нашими чувствами по положению его относительно некоторых тел и которая в обыденной жизни принимается за пространство неподвижное...» (там же).

Ньютон доказывает, что путем непосредственного наблюдения ни при каких условиях невозможно установить различие между отдельными частями абсолютного пространства и абсолютного времени. Восприятию доступны лишь относительные положения предметов, т. е. расстояния их от других тел, принимаемых за неподвижные. По-

этому практически приходится пользоваться определением относительных мест предметов. «В делах житейских, — писал Ньютон, — это не представляет неудобства, в философских необходимо отвлечение от чувств» (там же, 32). Таким образом, Ньютон отделяет анализ пространства от непосредственного наблюдения. Он отличает понятие абсолютного пространства и от понятия реального неподвижного тела. «Может оказаться, — продолжает Ньютон, — что в действительности не существует покоящегося тела, к которому можно было бы относить места и движения прочих» (там же).

Ньютон формулирует чрезвычайно важный принцип неоднозначности относительных движений. Если к телу приложена сила, то его относительное движение может быть любым, даже нулевым, в зависимости от движения тел отсчета. В частности, если к телу вовсе не приложена сила, оно может двигаться с любой скоростью относительно других тел. Поэтому заключение об абсолютном характере движения не может быть сделано на основе наблюдения относительных движений. Мы можем наблюдать лишь относительные движения; абсолютное движение остается ненаблюдаемым и с кинематической точки зрения непредставимым.

Абсолютное движение можно обнаружить по силам инерции, в частности по центробежным силам, которые возникают во вращающемся теле и не могли бы возникнуть при вращении мира относительно тела. Ньютон приводит знаменитый пример вращающегося сосуда с водой. Вода поднимается к краям сосуда, но если бы он был неподвижен, а вращался окружающий мир, этого бы не произошло, следовательно, утверждение о вращении сосуда неэквивалентно противоположному

утверждению, и существует привилегированная система отсчета: мировое пространство неподвижно в абсолютном смысле, а сосуд с водой движется в столь же абсолютном смысле.

Нетрудно увидеть эмпирические, в частности астрономические, корни ньютоновской концепции абсолютного пространства. С точки зрения Ньютона, важнейшим аргументом в пользу абсолютного характера движения Земли служит ее сжатие у полюсов и уменьшение тяжести вблизи экватора. Если бы Земля не испытывала абсолютного вращения, центробежная сила не возникла бы. Поэтому для Ньютона центробежная сила, сплющивающая Землю и уменьшающая тяжесть при приближении к экватору,— непререкаемое доказательство вращения Земли в абсолютном пространстве.

Абсолютное время связано с мгновенным действием на расстоянии. Если тело начинает притягивать другое и в тот же момент другое тело испытывает притяжение, то существует единое время, одно и то же во всем бесконечном пространстве. Как сейчас можно было бы сказать, мгновенная фотография Вселенной имеет физический смысл. Вселенную охватывает не зависящий от конкретных движений единый поток абсолютного времени.

Для неускоренного движения, движения по инерции, Ньютон формулирует принцип, получивший название классического принципа относительности или принципа относительности Галилея — Ньютона: «*Относительные движения друг по отношению к другу тел заключенных в каком-либо пространстве одинаковы, покоится ли это пространство или движется равномерно и прямолинейно без вращения*» (3, 45).

Адекватная оценка ньютоновской идеи относительности и ньютоновского абсолютизма, характе-

ристика того, какое место в истории познания занимают сформулированные в «Началах» понятия абсолютного пространства, времени и движения, с одной стороны, и принцип относительности — с другой, возможны лишь в рамках современной ретроспекции, post factum, после того как устранены *все* эмпирические основы такого абсолютизма.

Вопрос о пространстве и времени имеет непосредственное отношение к основному вопросу философии. Материя — протяженная субстанция, воздействующая на органы чувств. Если пространство стягивается в непротяженную точку, то такая точка перестает быть материей и отдает титул субстанции непротяженному мышлению. Таким образом, отрыв времени от пространства есть субстанциализация непротяженного духа. В этом отношении научный подвиг Ньютона — важнейший этап в развитии философии, шаг к идее многомерной протяженности мира в противоположность фикции непротяженной субстанции. Мир представляется Сенсусу бесконечно сложным. Упорядочивающий эту сложность Логос вводит растущую многомерность в картину мира. Логос без Сенсуса ведет к ликвидации протяженной субстанции, Сенсус без Логоса не может дать представления о стоящей за видимостью явлений протяженной многомерной субстанции. В единстве эмпирического и логического— наиболее общее гносеологическое определение относительности.

Какова связь «натуральной философии» с религиозными взглядами Ньютона и его историко-филологическими трудами?

Л. Розенфельд считает источником характерной для Ньютона связи и коллизии религиозных и натурфилософских идей взгляды уже известного

нам кембриджского платоника Генри Мора (см. 22). Последний усвоил представления итальянских неоплатоников о бесконечном пустом пространстве, приписав богу управление находящимся в этом пространстве миром. Бог не сливается с пространством и с находящейся в пространстве совокупностью материальных тел, он находится в пространстве и повелевает миром. Мировоззрение Мора, проникнутое теизмом, противостояло деизму, также оказавшему влияние на Ньютона. Не следует, однако, смотреть на коллизию теизма и деизма глазами XVIII века, когда Вольтер противопоставил их друг другу и, опираясь на механику Ньютона, нашел новые аргументы для обоснования деизма. В целом сам Ньютон не был деистом, он, как и Мор, принадлежал к теистам. Основные идейные противоречия в Англии второй половины XVII в., во времена английской революции, были противоречиями внутри теизма, но это придавало самому теизму неопределенную форму, которая соответствовала множественности и изменчивости церквей и церковных догматов. Нетождественность бога и природы была для Ньютона непререкаемой истиной. Но механизм отношения между господином и рабом, между богом и природой оставался нерешенной проблемой. Уже в студенческие годы Ньютон пытался разобраться в этой проблеме (см. 35, 89—156). По существу она так и осталась у него нерешенной.

В чем же состоит тайна связи между богом и телами? Г Мор в своей неоплатонической концепции вырождения непространственных сущностей в пространственные не видел другого ответа, кроме одушевляющей пространственные тела непространственной субстанции. Ньютона такая концепция не могла удовлетворить, она была слишком традици-

онной и по существу исключала возможность экспериментального и математического анализа проблемы. Для Ньютона она была двоякой — богословской и вместе с тем физической, он не мог лишить ее физического смысла и физических критериев оценки. Ньютон приходит к картезианской идее, к эфиру, который служит посредником между богом — творцом универсальных законов и постоянной каузальной гармонии бытия, с одной стороны, и природой, движениями тел — с другой.

Однако здесь его постигает неудача. Во второй книге «Начал» Ньютон исследует, исходя из чисто физических принципов, без каких-либо априорных теологических предпосылок проблему движения тел в эфире. Оказывается, что сопротивление эфира сделало бы неточным, приближенным закон обратной пропорциональности тяготения и квадрата расстояния. Поэтому Ньютон отказывается от картезианской, «модельной» интерпретации тяготения и вместе с тем от определения физической природы сил: «Достаточно того, что тяготение действительно существует и действует согласно изложенным нами законам» (33, 89—156).

Что это — победа или поражение? И то и другое. Ньютон понимал, что однозначное описание универсальной связи тел, картина динамической гармонии мироздания — это победа. В то же время он сознавал, что физическая нерасшифрованность силы, отказ от «модельного», картезианского объяснения тяготения, от эфира — это поражение. Оно обнаруживается в том, что Ньютон порой возвращается к идее эфира, к необязательным «модельным» гипотезам. Гипотезы в целом дискредитированы принципом «hypothesis non fingo». Но они появляются вновь и вновь. Ньютон предоставляет читателям «Начал» выбирать, ка-

кой агент передает тяготение. Физическое действие на расстоянии его не устраивает. Он считает, что тяготение должно причиняться некоторым деятелем, действующим согласно определенным законам.

Многие противники идеи дальнодействия (М. Фарадей, Дж. Максвелл, Дж. Томсон и др.) приписывали Ньютону мысль о материальной среде, являющейся причиной тяготения. Но продолжением приведенного отрывка служит фраза: «Какой это деятель — материальный или нематериальный, — я предоставляю размышлению моих читателей». Именно эти слова о «нематериальном деятеле» Фарадей отбрасывает как непонятные. Они действительно непонятны без исторического анализа различных идейных корней творчества Ньютона, различных влияний, противоречивых тенденций и его собственных колебаний между исключающими друг друга концепциями.

Читателям предоставляется выбор между эфиром и непосредственным вмешательством бога. Но такое вмешательство низводит бога до постоянного участника физических процессов, управляющего природой на основе неизменных и точных законов. Леон Розенфельд с большим остроумием и с большим проникновением в исторические корни пуританского теизма периода английской революции сравнивает бога Ньютона с королем, которого требовала буржуазия Англии,— с сувереном, полностью подчиненным обязательным, нерушимым законам (22, 90—91).

Вернемся к проблеме эфира в связи с таким весьма теистическим и вместе с тем весьма специфическим для Англии представлением о боге. В декабре 1705 г., беседуя с Грегори, Ньютон говорил, что, решая проблему, чем заполнено простран-

ство, свободное от тел, он исходит из презумпции бога, чувствующего природные явления. «Полная истина в том, — пишет Грегори о Ньютоне, — что он верит в вездесущее существо в буквальном смысле. Так как мы чувствуем предметы, когда изображения их доходят до мозга, так и бог должен чувствовать всякую вещь, всегда присутствуя при ней. Он полагает, что бог присутствует в пространстве, как свободном от тел, так и там, где тела присутствуют» (7, 46).

Поистине никто так бесцеремонно не обходится с богом, как верующие в него естествоиспытатели. Ньютон уподобил бога не только новому монарху, не нарушающему принятых английским парламентом законов,— он уподобил его ученому, познающему мир через чувственные впечатления. Бог, согласно Ньютону, связан с миром движущихся тел посредством эфира, заполняющего пустоту и тела, столь же вездесущего, как и бог.

Тяготение и инерция объясняют, как сохраняется эллиптическая орбита планеты, но они не объясняют начало этого движения и эксцентриситет орбиты, которые могут быть объяснены, согласно Ньютону, лишь первоначальным толчком. Ньютон полагал, что вмешательство бога не может быть однократным. Время от времени богу предстоит повторять первоначальный толчок: из закона тяготения вытекает, что в конце концов орбиты небесных тел изменятся и для восстановления небесного порядка потребуется новое вмешательство бога.

Вернемся к «натуральной философии» Ньютона. Ньютоновская схема структуры мироздания связана с соотношением четырехмерного мира движений тел и трехмерного мира действующих на расстоянии сил. У Декарта структура мироздания —

иерархия тел — была основана на движении (только двигаясь относительно других тел, данное тело отделяется от них, приобретает индивидуальное бытие), при этом мир обретал структурность. У Ньютона уже не движение, а сила — основа структуры мира. Остановившийся мир сохраняет ее. Система мгновенных силовых действий — основа фикции остановившегося мира. Ньютоновская атомистика рисует структуру мира как иерархию все более интенсивных силовых взаимодействий. В отличие от Лейбница Ньютон отнюдь не считает силу субстанцией мира. Силовые взаимодействия происходят между протяженными телами, и эта протяженность составляет исходное определение материи. Протяженное материальное тело может обладать той или иной массой и весом, тем или иным поведением при заданных приложенных к телу силах. Силы — это модусы протяженной субстанции. Но только при условии приложенных сил и соответственно определенных проявлениях массы тела оно приобретает индивидуальное бытие. Отсюда следует, что мир может быть познан в его дискретности, что структурность мира — основа его познаваемости.

И вместе с тем философия Ньютона — это прежде всего философия непрерывности, потому что ньютоновский подход к дифференциальному и интегральному исчислению не укладывается в рамки математики и является общей теорией бытия и познания.

Что подразумевается здесь под «рамками математики»? Эти рамки понимали по-разному. Как уже отмечалось, в древности геометрические истины казались онтологическими. Представление о математике как о строго логической и вместе с тем полуэмпирической науке создавало иллюзию чисто

логического постижения мира. Но по существу в античном взгляде на математику и физику в еще недифференцированном, гибком виде содержались основы сформулированных впоследствии концепций. В классической науке математика отделилась от физики и потеряла онтологический характер. Это отражено в известной формулировке Бертрана Рассела: математика — наука, которая не знает, о чем она говорит и правильно ли то, что она говорит. Неклассическая наука, создавшая физическую геометрию, которая рассматривала гравитационное поле как изменение геометрических свойств пространства, вернулась к античному представлению об онтологической ценности математики, но уже без иллюзии чисто логического постижения истины. Сейчас математика знает, о чем она говорит — она говорит о мироздании; она обладает гносеологической ценностью, потому что *ищет* истину, и онтологическим содержанием (является учением о бытии), потому что ищет *истину*.

Если подойти к математическим трудам Ньютона, учитывая поиски *истины*, представление об онтологической ценности математики, об анализе бесконечно малых как о теории бытия, то это определит несколько иной по сравнению с обычным интерес к сопоставлению трудов Ньютона и Лейбница как создателей дифференциального и интегрального исчислений. Это имеет некоторое отношение к длительному спору о приоритете, начавшемуся еще при жизни обоих мыслителей. Проблеме приоритета в ньютониане уделено еще большее внимание, чем отношению племянницы Ньютона к Монтегю или даже знаменитому яблоку. Случай с яблоком в отличие от, по-видимому, довольно благополучного романа мисс Катерины Бартон вызывает некоторые вопросы и сейчас:

связь сенсуального впечатления с физической интуицией продолжает быть существенной проблемой. Что же касается спора о приоритете в создании дифференциального и интегрального исчислений, то он, как уже говорилось, имеет и собственно «неприоритетную» сторону. Спор о приоритете в открытии предполагает ответ на вопрос: в чем все-таки состояло открытие? Нас интересует здесь одна сторона этого вопроса — выяснение того вклада, который внесло открытие Ньютона и Лейбница в развитие представлений о бытии в целом.

Античные парадоксы непрерывного движения являются далекой предысторией анализа бесконечно малых как онтологической концепции. Зенон сформулировал свои апории для обоснования теории бытия, теории субстанции элеатов. Логическая коллизия стрелы, которая не может достичь цели, Ахиллеса, который не может догнать черепаху, и т. д. — это доказательство несубстанциальности движения, неподвижности бытия. Классическая наука в значительной мере вышла из гераклито-зеноновской коллизии, коллизии движения и неподвижности. У нее были предшественники, начиная с Эвдокса и Архимеда. Но у Ньютона и Лейбница выход из указанной онтологической коллизии был различным. Лейбниц исходил из иерархии дискретных частей материи. Поведение низшего звена иерархии он считал несущественным для закона, управляющего поведением высшего звена: движения песчинки несущественны для судеб горы. Это была линия континуализации, которая в XIX в. вела от атомистики, от кинетической теории материи к макроскопической континуальной термодинамике. Ньютон был ближе к представлению о бесконечно малой как о переменной величи-

не, стремящейся к пределу. Что означает такое различие для онтологической проблемы? Лейбниц исключал проблему непрерывной протяженности для микрочастицы, ведь непрерывная протяженность, если ей придать физический смысл, означает непрерывную делимость. Любое звено атомистической иерархии может рассматриваться как неделимое, для этого нужно только перейти к более высокому звену иерархии. Позиция Ньютона была иной. Он строил атомистические гипотезы, но они оставались в сфере условных кинетических моделей. В однозначной, канонической части картины мира фигурируют флюксии и флюенты, которые служат обобщениями скоростей и ускорений. Тем самым решается фундаментальная апория бытия: прошлого уже нет, настоящее — нулевая по длительности грань между тем и другим. Выходом из этой аннигиляции бытия (связанной с апориями движения у Зенона) было не дифференциальное и интегральное исчисления, а дифференциальное представление о движении от точки к точке и от мгновения к мгновению. Оно было выходом и из апории тождественности, сформулированной гораздо позже. Здесь математика также служит отображением бытия, и апория иллюстрирует онтологическую ценность математики. Под апорией тождественности мы подразумеваем основную мысль Эмиля Мейерсона, высказанную и развитую в ряде его философских и историко-научных трудов. Она очень хорошо выражена Луи де Бройлем в предисловии к посмертному изданию «Essais» Мейерсона. Рациональное постижение мира, говорит де Бройль, основано на сближении объектов природы: мы находим среди них столь близкие, что возникает возможность ввести общие понятия. «Но поскольку Вселенная

несводима к пустой тавтологии, мы должны включить в описание природы «иррациональные» элементы, которые сопротивляются нашим попыткам отождествления» (37, VI—IX). Если результат действия ничем не отличается от причины, то, следовательно, в нем нет ничего, что бы уже не существовало, каждое мгновение тождественно предыдущему, время сливается в одно мгновение, и его поток исчезает. С этим связана тавтологичность, угрожающая математике: если то, что дедуктивно выведено, тождественно исходному условию, математика не может сказать ничего нового. Можно показать, что апория Мейерсона и апория тавтологичности в математике имеют одну и ту же природу и тесно связаны с апорией непрерывного движения (см. 12, 101—176).

Ньютон был первым, кто создал единую и достоверную теоретическую систему, которая решила парадоксы античной и средневековой мысли, вытекавшие из коллизии пребывания и движения. В центре научного объяснения мира у него оказываются *дифференциальные законы*, действующие от точки к точке. Это законы движения, включающие постоянную массу, они становятся основой тождественности тела самому себе. Понятия скорости и ускорения и связанные с ними законы становятся основой мировой динамической гармонии. Они не теряют смысла, когда тело находится в данный момент в данной точке, напротив, переход через каждое *здесь-теперь* гарантирует себетождественность тела, пребывание в *здесь-теперь* сохраняет предикаты движения, именно здесь определяются скорость и ускорение.

Отсюда — ответ на часто возникающий вопрос: какие идеи Ньютона были главными, кем он был в первую очередь — астрономом, оптиком, механи-

ком, математиком?.. Из сказанного вытекает, что он был прежде всего математиком и главной его идеей было дифференциальное представление движения. Он был математиком в новом смысле этого слова, творцом математики как онтологической дисциплины, как основания картины мира. Можно сказать, что название главной работы Ньютона отвечает на вопрос о фарватере его творчества. «Математические начала натуральной философии» — здесь каждое слово — точный ответ на заданный вопрос. В этой работе еще не применены, а только сформулированы идеи анализа бесконечно малых, но динамические представления уже делают математику основой картины мира. Поэтому слово «начала» точно передает смысл книги и смысл научного подвига ее автора. И слово «философия» тут обосновано. В XVII в. происходит трансформация философии, не менее радикальная, чем трансформация математики. Философия опирается на достижения науки и поднимает их до уровня общего учения о бытии. Именно в этом смысле и можно назвать Ньютона философом и говорить о его философии. И конечно, это *натуральная* философия — не в том смысле, что она является натурфилософией (она даже противоположна натурфилософии), а потому что предмет ее исследования — *естественная* гармония бытия. Конечно, в такое определение главной идеи Ньютона не входит то, что было неглавным в его творчестве. Но для эпохи Ньютона не в меньшей степени, чем для других эпох, характерны наличие *неглавных* идей и их *коллизия* с главными.

Как согласовать такую коллизию с присвоением идеям Ньютона титула «классические»? По-видимому, и здесь существенно сочетание инвариантности и трансформации в истории познания. Вы-

ражения «классическая древность» или «классическое искусство» отнюдь не означают повторения канонов, которые стали бессмертными в архитектурных памятниках, скульптурах, поэмах и трагедиях Древней Греции. Сейчас речь идет, как и в эпоху Возрождения, о бессмертии, о продолжающейся жизни, о новых впечатлениях, чувствах и мыслях, которые внушали и внушают Венера Милосская или Ника Самофракийская. Аналогичным образом мы ощущаем бессмертие диалогов Платона или «Физики» Аристотеля. В целом античная культура вызывает прежде всего ощущение грандиозности того поворота в мыслях и чувствах людей, того расширения арсенала понятий, логических норм, фактических знаний, которые имели место в древности. Когда смотришь на статую Венеры Милосской, ее красота поражает прежде всего многообразностью, бесконечной многомерностью и вместе с тем единством образа. Это впечатление настолько интенсивно, что оно как бы берет в одни скобки все дальнейшее развитие цивилизации, как детство человека чарует нас обещанием, новизной, свежестью, тем, что нельзя повторить (см. 1, *12*, 737—738).

Творчество Ньютона — это конец «бури и натиска» и начало органического развития науки. Поэтому, читая его главный труд, мы еще ощущаем ренессансную свежесть впервые высказанной мысли, но она уже уступает место «взрослой» уверенности в ее классической достоверности. Для современного читателя «классическая достоверность», да и сама классическая наука, стала приближением, законным в известных пределах, при определенных значениях физических величин. Современная наука и не претендует на то, чтобы стать когда-нибудь классической в традиционном смысле этого

слова. Самосознание современной науки отнюдь не противопоставляет «ренессансные» и «ньютоновские» оценки.

Есть еще одна интегральная характеристика идей Ньютона, которая позволяет в наибольшей мере почувствовать связь трансформации и инвариантности в истории науки. Речь идет о так называемом *механицизме* ньютоновой классической картины мира. Уже в XIX в. была в значительной мере осознана безуспешность попыток сведéния всех закономерностей, наблюдаемых в природе, к законам механики. «Диалектика природы» Энгельса была обобщением тех открытий в науке XIX в., которые продемонстрировали несводимость сложных форм движения к механическому перемещению. Но такая *несводимость* не отменяет *связи* сложных форм движения с механикой, с пространственным перемещением. Механика охватывает изменения пространства с течением времени, это четырехмерный аспект мироздания (три пространственные координаты меняются вместе с изменением времени). Именно это наиболее общее содержание механицизма, собственно уже не заслуживающее такого названия, не связанное однозначно с идеей сведéния всех форм движения к механике, оказывается первым шагом развивающегося естествознания, идущего от трехмерной схемы бытия, от неподвижной схемы мироздания к движению, причем к движению все более сложному. Необратимость познания основана на необратимом усложнении картины мира, так же как необратимость времени в целом основана на последовательном усложнении объекта познания — мира. Определение времени, из которого вытекает его необратимость, «стрела времени», принципиальная невозможность тождества *позже* и *раньше*, основано на следующем. Если

изобразить мироздание геометрической схемой, то оно окажется трехмерным, четырехмерным и, далее, n-мерным многообразием, причем число измерений n необратимо растет. Именно этот рост изображен в геометрической схеме (n+1)-й координатой — временем. В классической науке идея необратимости времени была негативной, она основывалась на констатации растущей энтропии и перспективы тепловой смерти. В современной квантово-релятивистской теории необратимости времени — позитивное определение; идея необратимости основана, в частности, на некоммутативности квантовых процессов: измерение динамической переменной меняет другую переменную, поэтому возратиться назад, к тому, что было до измерения, невозможно (см. 14).

Познание мира также необратимо, оно отражает объективное бытие и создает все более сложную, многоплановую, многомерную картину мира. Усложнение картины мира сделало необходимой аналогию с абстрактным n-мерным пространством. Но об этом речь будет идти ниже. Такое усложнение является делом XVIII—XIX веков и еще больше XX века. В течение этих трех столетий происходило необратимое усложнение картины мира. Менялись частные теории, наука порой возвращалась назад, появлялись концепции, от которых впоследствии целиком отказывались, но фундаментальные идеи Ньютона развивались только в одном направлении: они конкретизировались и усложнялись в своих применениях, а когда наступило время их пересмотра, сохранились как законные в известных пределах аппроксимации. К этой судьбе ньютонианства мы и перейдем.

Глава IV

СУДЬБА ИДЕЙ НЬЮТОНА В XVIII—XX ВВ.

В предыдущей главе говорилось, что Ньютон сделал первый шаг на пути к последовательному и необратимому усложнению картины мира, которое в наше время нашло свое выражение в дальнейшем росте размерности пространства познания, в дальнейшей дифференциации знания, в поисках и находках все новых структурных единиц, все новых общих понятий. Посмотрим теперь, как механицизм XVII в. последовательно сменялся новой фундаментальной идеей. Речь здесь будет идти не о создании математического естествознания, а главным образом о значении творчества Ньютона для формирования стиля мышления, для развития культуры в целом.

XVIII век — век оживленной борьбы между картезианцами, влияние которых задерживало проникновение новых идей в континентальную Европу, и ньютонианцами. Однако эта борьба и само развитие науки в XVIII в. все более выявляли единство идей Ньютона и Декарта. Картезианство поставило вопрос, который оно не смогло разрешить: что же отличает тело от соседних тел, от окружающей среды? Этот вопрос объективно был ад-

ресован ньютоновскому динамизму — только наделение тел динамическими свойствами могло открыть дорогу атомистике и новым количественным понятиям. В то же время в системе Ньютона оставался нерешенным вопрос, чем же заполнено окружающее тела пространство.

Как повлияла физика Ньютона на соотношение картезианства и лейбницианства?

Она была основой их синтеза. Частицы, фигурирующие в физике Декарта, получили физическое бытие вместе с динамическими свойствами, отделяющими их от окружающей среды, от пустого пространства. С другой стороны, динамические, непротяженные монады Лейбница трансформировались не только в непротяженные атомы Христиана Вольфа. Хотя Лейбниц не считал протяженность субстанциальным свойством — он приписывал роль субстанции непротяженным монадам,— наука XVIII в. шла к концепции протяженных атомов. Классическая атомистика была синтезом декартовского, лишенного динамических свойств вещества и лишенных протяженности монад Лейбница.

Но ньютонианство смогло сыграть такую объединяющую роль, только когда оно стало философским направлением, когда его основные принципы были применены к исследованию самых различных рядов явлений. Такое философское обобщение физических идей Ньютона происходило в течение XVIII в. и влияло на науку не только через логические выводы из этих идей, но и через изменение общественной психологии, через распространение в мышлении людей презумпций естественного порядка, твердой каузальной связи между явлениями и зависимости изменений в природе и обществе от локальных актов. Для средневекового мышления

ход событий определяется космическим провиденциализмом, предустановленной системой, чем-то принципиально интегральным. Представление о гармонии как о результате локальных импульсов характеризует психологию Нового времени. Трудно переоценить значение творчества Ньютона для формирования такой новой психологии; несомненно, именно через нее осуществлялась историческая связь идей, реализовалось воздействие идей Ньютона на новые области, хотя это, конечно, не исключало и прямого выведения новых физических концепций из трудов Ньютона. В процессе воздействия идей Ньютона на общественную психологию особенно важную роль сыграло творчество Вольтера. Не он один сделал «Начала» Ньютона событием истории цивилизации, но он сделал это в самой явной и прямой форме. Впрочем, не всегда в явной. Чтобы оценить роль Вольтера в распространении ньютонианского мировоззрения, нужно иметь в виду не только те выводы, к которым приходит французский философ, но и психологический эффект его исторических и философских трактатов, его поэм, эпиграмм, афоризмов, памфлетов, писем, т. е. нужно исследовать такую область, где исторические связи по своей природе не могут быть явными.

При сопоставлении с другими мыслителями XVIII в. Вольтер наиболее полно воплощает в своем творчестве те черты культуры, которые исторически связаны с классической механикой и механистической картиной мира.

Это относится даже к литературному стилю Вольтера. Французский литературный классицизм XVIII в. и английский научный, механический «классицизм» связаны не только тем, что они обозначаются одним и тем же словом в совершенно

различных значениях. Нет, классическая механика была пронизана классицизмом в смысле претензии на однозначные и окончательно установленные принципы. Здесь несомненная аналогия с литературой. И не только аналогия. Абсолютное единодержавие некоторых норм — исходный принцип литературного классицизма. Вольтер опирался на этот принцип в своей научно-литературной программе. Классическая элегантность этих норм, сочетавшаяся с раблезианским нагромождением образов, сцен, эпитетов, сама была одним из результатов того мировоззрения, которое классицизм Вольтера должен был сделать и сделал достоянием поколений.

Подчеркнем, речь идет не столько о литературном классицизме XVIII в. вообще, достаточно пестром по своим истокам, формам и эффекту, сколько о классицизме Вольтера. Его эстетическая характеристика — сочетание раблезианской сенсуалистической многокрасочности с рационализмом. Но ведь именно в этом проявляется свойственный Новому времени стиль мышления о мире, во многом отвечающий классической механике, в которой Логос не уводит от Сенсуса, а ведет к нему и где основой научного мышления становится эксперимент — этот великий синтез логической рационалистической схемы и наблюдения, освобождающего логическую схему от усложняющего влияния сенсуальных деталей и придающего логике чувственно постижимый вид. Классицизм требовал от литературного языка рационалистической точности, он был в определенной мере отражением механики. Вспомним выдвинутое Декартом требование ясности языка — такая ясность была критерием реальности в механике гомогенных тел, неотличимых от геометрических объектов.

Ньютоновский динамизм означал попытку освободить механику от картезианской геометризации, от растворения дискретных тел в пространстве, попытку сочетать картезианскую «ясность» с однозначностью, но при этом осуществлялся тот же синтез — синтез абстрактной четкости образов с их сенсуальной содержательностью.

Что же касается основных идей Ньютона и их развития, то Вольтер в явной и резкой форме провозгласил деизм, который у Ньютона был лишь неявной тенденцией. Написанная Вольтером книга «Принципы философии Ньютона» в этом отношении имеет первостепенное значение. Она открывается главой о боге, что отнюдь не является теологическим привеском. Вольтер переходит от этой темы к проблеме пространства и здесь раскрывает то, что у Ньютона было неявным — связь между деизмом и понятиями абсолютного пространства и времени. Вторая глава заканчивается упоминанием о знаменитой дискуссии Лейбница с Кларком. Так же как и Ньютон, Кларк вопреки Лейбницу считал пространство исходным понятием, отнюдь не вторичным по отношению к понятию силы. Кларк утверждал, что пространство и время обладают объективным существованием и предшествуют материи, которая возникает в пространстве по воле творца. Вольтер в отличие от Кларка полагает, что материя вечна и представляет собой наряду с богом и пространством самостоятельную реальность. Именно такую концепцию Вольтер считал соответствующей действительному смыслу «Начал» и «Оптики». Французский философ рассматривает абсолютное время и абсолютное пространство как предикаты бога: пространство и время находятся вне мира взаимодействующих тел. На деле такая позиция открыва-

ла возможность изучать материальный мир без ссылок на божественное вмешательство и без обращения к понятию абсолютного пространства. Вольтер сделал ньютоновскую концепцию пространства и времени обоснованием деизма. В лице Вольтера деизм исходя из идей Ньютона, из классической механики пришел к следующей схеме. Бог создает исходные условия бытия и затем не вмешивается в его каузальную структуру. Но далее в пределах этого мира бог действует через установленные им законы.

Экстериоризация, выход идей Ньютона за рамки механики, в наиболее заметной форме происходит во Франции благодаря деятельности Вольтера и близких ему мыслителей. Здесь классическая механика стала *явным* элементом цивилизации. Маркс говорил, что французы цивилизовали английский материализм, придав ему темперамент и грацию (см. 1, *2*, 144). В какой-то мере это относится и к одной из основ триумфального шествия материализма по континенту Европы — классической механике. У Вольтера она потеряла свой цеховой характер и стала светской. Это отнюдь не только характеристика формы, в которой распространялись сведения о классической механике, не только констатация ее салонного характера. Здесь несомненно выявляется некоторая существенная сторона самого содержания ньютонианства.

Это кажется парадоксом. «Начала» — апология математики и эксперимента, в науке они привели к триумфу того и другого. Казалось бы, все это очень далеко от содержания светских бесед в салонах XVIII в. Но достаточно открыть «Принципы философии Ньютона» или посвященные Ньютону и картезианско-ньютонианской коллизии

места «Философских писем» Вольтера, и станет ясно, что ньютонианство, перешедшее через Ла-Манш и подвергшееся при таком переходе модификациям, внесло свой вклад в континентальную цивилизацию.

Можно провести некоторые гораздо менее четкие параллели между Ньютоном и другим великим мыслителем предреволюционной Франции — Ж. Ж. Руссо. Сопоставление этих имен кажется противопоставлением и только противопоставлением. Для общественной мысли XVII в. и в особенности XVIII в. имя Ньютона — символ разума, ставшего наукой и претендующего на высший авторитет в организации общественной и моральной гармонии, а имя Руссо — символ чувства, борющегося за свою автономию и взыскующего освобождения от всех культурных наслоений, исказивших нетронутое цивилизацией естественное состояние человеческого общества.

Казалось бы, трудно найти какие-то идейные линии, соединяющие антирационализм Руссо и систему Ньютона. Но присмотримся ближе к квалификации познания как зла, разрушающего естественное состояние человека. В естественном состоянии, которое Руссо отождествляет с отсутствием цивилизации, человек подчинен общим закономерностям природы. Цивилизация выделяет человека из природы, вводя в игру исторические, социальные закономерности. Для Руссо линия, отграничивающая зло от добра, совпадает с линией, разделяющей природу и человека. Природа — это целиком добро; то, что от человека, от цивилизации, от познания, — зло. В этом смысле идеи Руссо представляют собой апологию объекта ньютоновой механики и ограничение ее рационалистического метода, запрет переноса этого мето-

да в область человеческих отношений, морали, истории.

Но в XVIII в. осуществлялся прямой перенос рационалистического подхода из физики в область человеческих отношений, *ток от естествознания к общественной мысли*, о котором писал В. И. Ленин (см. 2, 25, 41). Наиболее отчетливой формой такого тока было творчество Ламетри, Гольбаха и других французских мыслителей XVIII в., синтезировавших взгляды Декарта и Ньютона. Это поколение продолжило вольтерианскую трансформацию идей Ньютона. Французские материалисты XVIII в. проводили аналогию между естественным тяготением тел и естественным тяготением людей друг к другу. Но это не было простой аналогией. В отличие от Руссо они связывали идею естественного порядка в обществе с изучением естественного порядка в природе. Деизм, переходивший в пантеизм и прямой атеизм, в представление о человеке как о машине, универсализация механических канонов приводили к идее свободы в спинозовском смысле — в смысле подчинения субъекта своей внутренней природе.

На рубеже XVIII и XIX вв. происходит сложный процесс воздействия физических концепций Ньютона на общественную мысль. Деизм выполнил свою задачу — фактически освободил естествознание от ссылок на божественное вмешательство и в значительной мере освободил от этого социально-политические и этические концепции.

Основные общественно-политические теории этого периода исходят из презумпции: механика Ньютона — основа физического миропорядка, социальный порядок должен быть столь же однозначным и столь же естественным. А Сен-Симону и Ш. Фурье казалось, что превращение науки об

обществе в физику общественного тела, в социальную физику, преобразование ее в часть учения о космосе, превратит человеческое общество в столь же упорядоченное целое, каким является физика космоса, основанная на механике Ньютона. Первоначально должно измениться представление об обществе, о человеке, о морали, о стимулах человеческого поведения. Но это только начало. Поскольку французские утопические социалисты были убеждены, что идеи правят миром, они полагали, что такое преобразование представлений об обществе приведет к реальному изменению общественной структуры.

В 1813 г. Сен-Симон написал свое «Всеобщее тяготение». В этой работе речь идет прежде всего о реформе философии и общественного сознания в целом. Закон тяготения должен стать основой философии просвещения — содержанием того, что воспитание вносит в умы. Для реализации интеллектуального, а затем и материального переворота Сен-Симон предлагает организовать философскую энциклопедию, призванную либо вывести всю совокупность известных науке явлений из уже сформулированного закона тяготения, либо, отправляясь от этих явлений, прийти к закону тяготения как к их единому источнику.

История должна стать наукой, а единственно позитивная наука, с точки зрения Сен-Симона, — это классическая механика вместе с астрономией и физикой. История по своей логической структуре должна приблизиться к небесной механике. Сен-Симон требует объединения усилий философов, историков и естествоиспытателей, которые должны создать новую философскую систему, представляющую собой распространение классической механики на всю область человеческих знаний.

Власть над миром, согласно Сен-Симону, должна быть передана Совету Ньютона — двадцати избранникам человечества, а духовная власть — трем академиям: академии наук, академии искусств и высшей из них — философской академии. Фантастичность этих проектов очевидна. Но они имеют более глубокую основу — веру в объединение науки на основе механики как учения об универсальных законах, к которым сводится каузальная структура мироздания.

Еще одно направление общественной мысли, отображавшее вышедшее за рамки естествознания влияние идей Ньютона, — учение физиократов. Термин «физиократы» означает буквально «сторонники власти физических закономерностей». Развитие идей Ньютона в духе деизма подготовляло идею «власти физических закономерностей». Когда в 30—50-х годах XVIII в. у Ф. Кенэ, сначала хирурга маркизы Помпадур, затем придворного врача Людовика XV, сходились Ж. Л. Д'Аламбер, Д. Дидро, Ж. Л. Бюффон, К. А. Гельвеций и А. Р. Тюрго, в салонных беседах — одной из форм развития научных идей в XVIII в. — «власть физических закономерностей» распространяли и на социальные явления. Во второй половине 50-х годов Кенэ начал публиковать в «Энциклопедии» свои экономические статьи, в основу которых была положена идея естественного порядка, единой закономерности, господствующей в природе и в мире человеческих эмоций и импульсов. Чем ближе эти импульсы к естественнонаучным законам, тем легче достижение общего блага — цели творения.

Работа Кенэ «Естественное право» показывает, какую фундаментальную роль играло понятие естественного права в обосновании учения физиокра-

тов и вместе с тем как тесно было связано это понятие с логической структурой классической механики. Согласно Кенэ, естественное право отличается от законного права своей инвариантностью: законное право меняется, естественное пребывает неподвижным, постоянным, абсолютным. Но почему оно неподвижно? Ответы Кенэ двойственны. Он нередко склоняется к концепции естественной морали, естественного нормального дохода и т. д., выводившей инвариантность этих понятий и норм из их божественного происхождения. Но в XVIII в. эта концепция постепенно уступает место другому объяснению инвариантности естественного.

Последовательное расширение области культуры, на которую прямо или косвенно воздействовали идеи Ньютона, приводило к известному обобщению кинетизма и динамизма. Вместе с тем оно подготовляло почву для новых философских концепций, для новых попыток охватить едиными онтологическими и гносеологическими конструкциями всю сумму получивших новый смысл естественнонаучных понятий и новых общественных идей. Немецкая классическая философия, подобно французскому материализму, в значительной мере была этапом обобщения идей Ньютона и созданной в XVII в. классической науки, которая в XVIII в. распространила свои критерии и стиль мышления на общественную мысль. Немецкая классическая философия в лице Канта была ответом на те вопросы (философские по своей сущности вопросы!), которые поставила система Ньютона.

Наиболее яркий пример такого ответа — космогония Канта, ответившая (или по крайней мере указавшая путь к ответу) на вопрос о причине тех

или иных конкретных форм планетных орбит. Ньютон ссылался здесь на бога, поскольку тяготение и инерция не могут объяснить конкретную форму орбиты. Кант назвал это объяснение «жалким для философа» и предложил гипотезу первичной туманности, в которой молекулярные движения служат причиной первоначального толчка, предопределившего форму орбит, образовавшихся из туманности планет. Но уход от ньютоновского божественного первоначального толчка — наиболее эффективная, но отнюдь не наиболее общая форма ответа философии на не решенные ньютонианством вопросы. Философия в своих ответах на вопросы, заданные научными теориями, всегда говорит больше, чем ее спрашивают; ее ответы шире вопросов, они придают науке большее «внутреннее совершенство». Кант завершил не только движение ньютоновских идей от теизма к деизму, не только освободил мироздание от постоянного вмешательства провидения (к этому склонялся уже и сам Ньютон) — он, по выражению Г. Гейне, отрубил голову и деизму. В этом основное значение «Критики чистого разума». Кант завершил начатое наукой XVII в. изгнание надмировой, непространственной сущности мира (хотя в «Критике практического разума» он и попытался реабилитировать эту сущность и приставить деизму обратно его отрубленную голову). Однако внемировая непространственная сущность мира не была замещена в системе Канта пространственной субстанцией. Он перенес пространство и время внутрь субъекта, объявил их априорными, субъективными формами познания, создал трансцендентальную философию.

Иной была судьба ньютоновых идей в философии Гегеля. У Лейбница сила (точнее, ее непро-

тяженные средоточия в элементарных центрах) стала субстанцией; Кант перенес пространство из объекта познания в субъект. У Гегеля философия вернулась к объекту познания, но им стал объективированный субъект, абсолютный дух, и философия снова отклонилась от необратимой линии развития науки, от поисков протяженной субстанции мира. В сторону, но отнюдь не назад. После Гегеля противоречия ньютоновой механики уже не могли рассматриваться только как пятна на Солнце. Они оказались отображением противоречивого бытия, а их разрешение, составлявшее основное содержание науки XIX в., потребовало перехода к новым, более сложным, но также по существу противоречивым понятиям. Тем самым стала явной противоречивость классической картины мира. Энгельс в «Диалектике природы» раскрыл общий смысл наиболее крупных научных открытий XIX в. Эти открытия показали несводимость сложных форм движения к более простым. Жизнь несводима к физико-химическим закономерностям, физические процессы — к механическим; формы движения образуют иерархию, где каждая ступень характеризуется главной формой, которая не сводится к более простой, и побочной, которую можно свести к более простой форме. Механика, простое пространственное перемещение — наиболее общая форма, но уже физическая форма движения к ней не сводится, хотя она, как и все формы, неотделима от перемещения.

Наиболее радикальные и общие выводы, составившие основу такого представления о науке XIX в., были сделаны из термодинамики. Первое и второе начала термодинамики заставили пересмотреть старое представление о структуре науки, ввести понятие несводимости. Термодинамика не-

отделима от кинетической теории газов, законы распространения тепла — от механики молекул, но вместе с тем макроскопическая термодинамика несводима к механике, что видно хотя бы из второго начала, из необратимости переходов тепла, из великого открытия Сади Карно.

Несводимость сложных форм движения к механике противоречила механицизму, сделавшему сведéние к механике идеалом научного объяснения. Но несводимость сочетается с неотделимостью, и, следовательно, более глубокая подоснова механического объяснения мироздания — констатация движений и сил как элементов космической гармонии, составляющая философский субстрат идей Ньютона, — сохранилась. В ньютонову картину мира были внесены частные границы между формами движения, она стала более сложной, ее размерность возросла. Но вскоре появились открытия, которые установили общую границу классического естествознания.

Речь идет о классической электродинамике. Она заполнила пространство физической средой, иначе говоря, ответила на самый трудный вопрос ньютоновской концепции вещества, силы и пространства. Ньютон искал в пространстве нечто, передающее воздействие одного тела на удаленное от него другое тело. Отсутствие однозначной концепции, обладающей «внутренним совершенством» и «внешним оправданием», приводило к плюрализму, к не удовлетворявшим Ньютона картезианским моделям и к не удовлетворявшим никого ссылкам на пространство как «чувствилище» божества. В конце концов Ньютон остановился на феноменалистической концепции сил, действующих на расстоянии, а в физику XVIII—XIX вв. вошел эфир с теми или иными введенными ad hoc гипотетичес-

кими свойствами. Но от феноменалистической концепции сил отказались, когда наряду с силами тяготения были открыты электрические и магнитные поля. Открытие их взаимодействия привело к изменению концепции поля. В ньютоновой теории тяготения силы существуют при наличии взаимодействующих, притягивающих друг друга тел. У Фарадея напряженность поля — это не формальная математическая характеристика той силы, которая действует в данной точке на тело с зарядом, равным единице, если такой заряд помещен в поле. Это состояние среды в данной точке, не зависящее от появления в ней пробного заряда. Фарадей рассматривает поле как совокупность реальных силовых трубок. Теория поля получила дальнейшее развитие у Максвелла. Максвелл сформулировал дифференциальные уравнения, показывающие возникновение магнитного поля при изменении электрического и возникновение электрического поля при изменении магнитного. Если где-то появляется переменное электрическое поле, оно вызывает магнитное поле, которое, будучи переменным, в свою очередь вызывает электрическое поле; в результате будут распространяться колебания электрического и магнитного полей — электромагнитное поле.

Все это означает, что понятие силы получает физическую расшифровку: сила перестает быть модусом субстанции, обладающей лишь одним предикатом — протяженностью (как у Декарта), перестает быть непротяженной субстанцией (как у Лейбница), перестает быть проблемой: модус субстанции или непротяженная субстанция (как у Ньютона). Отныне сила становится физическим полем, обладающим протяженностью, движением, энергией и, как выяснилось на рубеже XIX и

XX вв., — массой. Рядом с механикой, отвечающей на первый вопрос «Начал» (как движется тело под воздействием силы?), вырастает физика поля, которая ищет ответ на второй вопрос «Начал» и не только находит силы по расположению тел, но и изучает их как субстанцию, как нечто, обладающее самостоятельным бытием.

Теория поля вступает в конфликт с механикой. В момент, когда картина мира, созданная Ньютоном, кажется достигшей абсолютной достоверности и законченности, на ее чистом небе появляются небольшие облака, которые предвещают бурю. Именно так Дж. Томсон назвал два наметившихся в самом конце XIX в. проявления указанного конфликта. Он говорил, что в классической физике, как будто пришедшей в гавань и окончательно решившей основные вопросы, существуют две проблемы: 1) отсутствие экспериментальных доказательств движения тел относительно эфира и 2) парадоксальные результаты экспериментов с излучением электромагнитных колебаний. Из этих проблем возникла: из первой — теория относительности, из второй — квантовая физика. Таким образом были заложены основы неклассической физики, резко изменившей соотношение двух направлений физической мысли, вышедших из первой и второй задач «Начал» — механики и теории поля.

Теория относительности Эйнштейна радикально отличается от предшествующих попыток объяснить парадоксальные с точки зрения классического правила сложения скоростей результаты измерения скорости света в движущихся системах. Свет подобен путнику, с одной и той же скоростью движущемуся относительно поезда, который он догоняет, относительно поезда, который идет ему

навстречу, и относительно поезда, стоящего на месте. Лоренц объяснил этот результат измерений, исходя из классического правила сложения скоростей: согласно его предположению, расстояние в движущейся системе изменяется таким образом, что изменение скорости света становится незаметным. Эта теория была лишена «внутреннего совершенства», она вводила для объяснения данного экспериментального результата специальную дополнительную гипотезу. Эйнштейн объяснил этот результат иначе: он показал, что правило сложения скоростей — приближенное правило, что движение тела по отношению к эфиру — физически бессодержательное понятие, что ньютоновский закон зависимости ускорения от силы неточен: приближаясь к скорости света и испытывая все новые импульсы, тело приобретает все меньшие ускорения, масса его растет, становится бесконечной при скорости тела, равной скорости света, и, таким образом, скорость тела не может превысить скорости света. Тем самым из картины мира была устранена бесконечная скорость, стало ясно, что «моментальная фотография» Вселенной не может описать реальный мир. Последний оказывается не трехмерным, а четырехмерным — роль четвертого измерения играет время. Устранение эфира как абсолютного тела отсчета было результатом специальной теории относительности. Общая теория относительности устранила абсолютное пространство, обобщив принцип относительности движения по инерции, распространив его на ускоренные движения. Она опровергла ньютоново доказательство абсолютного ускоренного движения. При этом «внутреннее совершенство» теории Эйнштейна, выведение экспериментальных данных из наиболее общих и отнюдь не гипотетических законов, означало неизбежное подчинение

механики новым законам, включающим понятия теории поля.

Таков был финал ньютоновой коллизии первой и второй задач «Начал», теории движения тел и истоков теории поля. Этот финал — результат субстанциализации поля. Когда поле стало физическим объектом, понятие физического объекта должно было измениться. Физический объект стал рассматриваться как четырехмерный. Не менее значительной трансформацией представления о соотношении поля и тел была квантовая физика. Здесь субстанциализация поля привела к соединению понятий «волновое поле» и «тело». Эйнштейн показал, что электромагнитное поле можно рассматривать как множество частиц, впоследствии получивших название фотонов. Луи де Бройль высказал мысль, что тела, частицы, именно электроны, можно рассматривать в рамках волновых представлений. Фотоны были открыты в начале XX столетия, а волны де Бройля — на исходе первой его четверти. С тех пор обнаружено множество новых типов элементарных частиц и соответствующих полей.

Мы подошли к ответу на вопрос: является ли физика XX в.— неклассическая физика — завершением идей Ньютона, завершением классической физики? Это один из главных вопросов, относящихся к судьбам ньютонианства в нашем столетии.

Ответ на этот вопрос не может быть простым и однозначным. Прежде всего, назвав неклассическую физику завершением классической физики, мы убедимся, что при этом меняется смысл понятий «завершение» и «классическая физика». Вообще, с какой бы стороны мы ни рассматривали современную неклассическую науку, каким бы эпитетом мы ее ни наделяли, к какому бы классу ее ни относили,

мы сталкиваемся с известной деформацией включающего класса. Термин «завершение» прежде означал возведение теории в ранг окончательной истины, а классическую науку считали таковой в ее основаниях. Таким образом, завершение сводилось к подчинению до того не подчиненных классической физике, не объясненных явлений, по крайней мере тех, о которых говорил Томсон. Но неклассическая физика — неклассическая в гносеологическом смысле, она по своему стилю не может стать классической. Неклассическая физика меняет смысл и историческую оценку классической физики. Гносеологическая ценность неклассической ретроспекции состоит в том, что она делает отчетливыми наиболее общие, исторически инвариантные определения познания. Познание было и всегда будет диалогом человека с природой и диалогом человека с самим собой. Диалогом, в котором ни один фундаментальный вопрос не получает окончательного ответа без существенного изменения предмета беседы. В этом и состоит определение фундаментальных вопросов — они модифицируют, конкретизируют и обобщают сквозное, непреходящее содержание знания. В неизбывных коллизиях диалога, в апориях познания отображается бесконечность постижения неисчерпаемой объективной истины.

Вернемся к характеристике диалогичности познания. Уже говорилось, что классическая наука выросла в диалоге с перипатетической мыслью. В том, что можно назвать диалогом Ньютона с Аристотелем — не с Аристотелем в тонзуре, не с официальным, воинствующим перипатетизмом, окружившим себя частоколом канонизированных текстов и инквизиционными допросами, а с перипатетической мыслью, которая была куртуазней своих

адептов и могла быть стороной диалога в платоновском смысле — как процесса и метода познания. Перипатетическая концепция мироздания опиралась на схему неизменных естественных мест, неподвижного центра и неподвижных границ мирового пространства. Эта статическая мировая гармония была первым звеном исторической цепи инвариантов, которая является осью всей истории науки: инвариантные положения тел (абсолютное пространство), сохраняющиеся импульсы (инерция), энергия, направление энергетических переходов (энтропия), энергия-импульс (теория относительности) и иные, более сложные инварианты, из которых каждый ограничивает и релятивирует другие.

Отсюда — иная оценка творчества основателей классической науки. Современная ретроспекция показывает, в какой степени Ньютон относился не к *классикам*, а к *романтикам*, какой неклассической была классическая наука. *Завершение* в современном смысле — это не столько окончательное подтверждение теории, сколько выявление ее движущих противоречий. Это в значительной мере *завершение незавершенности*. Попробуем, однако, увидеть в незавершенности нечто позитивное, рассматривая ее не как отсутствие тех или иных знаний, а как условие вклада науки определенного периода в необратимый рост знаний. Именно такой подход является историческим. Ведь развитие науки становится подлинной историей познания, реализуя асимметрию времени, его направленность в одну сторону, от прошлого к будущему, его необратимость. Основа необратимости истории науки — постижение необходимости самого бытия, реальной необратимой космической эволюции, постижение необратимости времени, неразрывного единства

времени и пространства. Иными словами, постижение динамики бытия. Классическая наука присоединила время к пространству как необратимый компонент реальности. Она перешла от перипатетической статической гармонии к гармонии динамической, к ее пространственно-временному представлению, к производным по времени как элементам такой гармонии. В этом бессмертие классической науки.

Вклад науки в эволюцию познания состоит в постижении четырехмерного мира, в постижении его динамической природы, в постижении движения как формы существования материи. Этапы такого постижения характеризуют самые крупные рубежи истории науки, наиболее радикальные научные революции. Таков был генезис перипатетической науки, в которой апории статической гармонии уже указывали контуры ее динамического переосмысления. Таков был генезис классической науки XVII—XIX вв., сделавшей подвижным все мироздание, за вычетом статической схемы силовых взаимодействий. Но переходы от статического аспекта природы к динамическому были не только моментами подобных радикальных преобразований картины мира, они происходили и внутри больших периодов и, следовательно, характеризуют не только критические этапы истории науки, но и ее органические периоды. Это в сущности обязывает поставить слово «органические» в кавычки; так называемые органические периоды были подготовкой, частичной реализацией, результатом революционных переворотов в науке.

Как уже говорилось, важнейшей внутренней коллизией классической науки XVII—XIX вв. была коллизия механики и теории поля. Коллизию динамической механики и вневременнóй схемы вза-

имодействий в «Началах» мы назвали диалогом Ньютона и Аристотеля. Новую коллизию можно назвать диалогом Ньютона и Максвелла. В отличие от первого, как бы обращенного в прошлое, этот диалог был обращен в будущее; собеседником Ньютона в первом случае был мыслитель IV в. до н. э., а во втором — мыслитель второй половины XIX в.

Для науки XIX в. не менее важна другая коллизия — между механикой и термодинамикой, диалог между Ньютоном, с одной стороны, и Л. Больцманом, Дж. Гиббсом, С. Карно — с другой. Механика исходила из обратимости основных процессов мироздания, термодинамика ввела в физику понятие необратимости (см. 39, 117—127; 199—216).

Новый научный диалог был началом нового отношения между человеком и природой, началом их «нового альянса», если применить к XVII веку понятие, введенное в одном из современных исследований в связи с анализом науки XX в. (см. там же, 9—32).

В каждой радикальной метаморфозе научной картины мира особенно виден драматический характер истории познания. В разговоре с Леопольдом Инфельдом об «Эволюции физики», которую они тогда собирались написать, Эйнштейн говорил: «Это драма, драма идей». В чем драматизм, подчас даже трагизм истории познания, единая драма познания и как эта драма воплотилась в творчестве Ньютона?

Она состоит в неизбывном столкновении систематически изложенного, непротиворечивого, устойчивого (эти эпитеты можно продолжать и продолжать...) и противоречивого, движущегося, вопрошающего (подобные эпитеты также многочисленны).

Это драма локальной констатации, которая еще не нашла обладающей «внутренним совершенством» единой концепции космоса и микрокосма, не нашла интегральной схемы мироздания, которая включила бы локальный результат в схему *Всего*. Это коллизия конечного и бесконечного.

Это драма Сенсуса, который еще не слился с Логосом, драма единичного сенсуального впечатления, ищущего всеобщности, без которой оно не может стать *изреченным*, логически обоснованным.

Это драма образа, который еще не стал идеей, драма эстетического восприятия мира, оторванного от его экспериментально-математического постижения,— драма Возрождения.

Это, если применить понятия Гегеля, драма *прехождения*, т. е. становления в его отрицательной функции, без *наличного бытия* — положительного результата становления.

Драма Ньютона — продолжение драматических коллизий прошлого — древности, средневековья и Возрождения — и прообраз драматических ситуаций в неклассической науке, особенно характерных для нашего времени, для второй половины XX столетия. Ньютон — в этом его величайший вклад не только в историю науки, но и в историю цивилизации в целом — открыл зависимость мировой гармонии от локальных ситуаций, от *здесь-теперь*, от того, что происходит в бесконечно малых областях пространства и времени. Но он не мог найти новых, интегральных закономерностей бытия, зависимости скорости и ускорения (т. е. отношений между бесконечно малыми приращениями пути и времени) от *Всего*, зависимости локальных воздействий сил от структуры поля. Ньютон сделал в физике нечто аналогичное тому, что сделал Шекспир в литературе — в трагедиях Шекспи-

ра локальный эпизод поворачивает весь ход событий. Но трагедия Ньютона подобна трагедии Гамлета, увидевшего в убийстве своего отца знамение «разорванной связи времен» и не находившего новой устойчивой и общезначимой схемы моральных норм, определяющих его действия.

Ньютон не только не нашел того понятия, которое придает «внутреннее совершенство» операциям с флюксиями и флюентами, т. е. понятия предельного перехода. В дифференциальном представлении о движении, которое было антецедентом аналитической механики, он не нашел схемы начальных условий и передал богу функцию первоначального толчка, определяющего формы планетных орбит. Богу он приписал также (в той мере, в какой он отступал от феноменалистического объяснения) функцию передачи силы от тела к телу.

В своих теологических взглядах Ньютон оставил позиции традиционного теизма, но не стал деистом. Иначе говоря, он не дошел до отчетливого деистического мировоззрения Вольтера. В периоды «слабой необратимости» историческая констатация: данный мыслитель не был мыслителем другой эпохи — была бы тривиальной, но когда будущее входит в настоящее, т. е. в период «сильной необратимости», отсутствие новой интегральной схемы становится ощутимым, становится драмой мыслителя.

И наконец, в своих политических взглядах Ньютон отошел от концепции тори, от презумпции абсолютной непогрешимости короля как главы англиканской церкви, но далеко не дошел до идей просветителей XVIII в.

Таким образом, драма Ньютона состояла в том, что он вышел далеко за пределы своей эпохи и в то же время оставался в ней. Но в этом же состояла

драма английской революции, продолжившей то, что было сделано Возрождением, гуманизмом, Реформацией, начавшей то, что было завершено Великой французской революцией, и в то же время ограничившей свои идеалы политическим и идейным компромиссом.

В истории науки драматическая ситуация бывает, как правило, триумфом необратимого познания. В каком-то смысле (очень далеком от буквального) слова поэта «Бог сказал: «Да будет Ньютон!», и все осветилось» справедливы; после Ньютона мироздание действительно осветилось. Но это не было актом божественной воли. Напротив, система Ньютона — акт человеческой мысли, акт самопознания бытия. Бесконечного самопознания, бесконечного приближения к абсолютной истине. «Темные пятна на солнце ньютоновской механики» превратились из неподвижных догматов в мишень критики, требовавшей от физической картины мира большего «внешнего оправдания» и большего «внутреннего совершенства». Эта критика привела в XX в. к новому, еще более глубокому «альянсу» человека и природы.

УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН

Аристотель 9, 17, 30, 142, 163, 165

Барроу И. 50—54
Бентли Р. 35
Бойль Р. 69
Больцман Л. 166
Бор Н. 113
Борелли Дж. А. 60
Бройль Л. де 139, 162
Бруно Дж. 19
Брюнсвиг Л. (Brünschvig) 16
Буридан Ж. 28
Бэкон Ф. 90, 111, 120
Бюффон Ж. Л. 154

Вавилов С. И. 54, 117, 127
Вильгельм Оранский 39, 85
Вольтер Ф. М. 25, 104, 147—151, 168
Вольф Х. 146

Галилей Г 6, 11, 13, 15, 29, 30, 34, 57, 60, 95, 114, 115, 123, 127
Галлей Э. 72, 73
Гегель Г. В. Ф. 156, 157
Гейне Г 47, 156
Гельвеций К. А. 154
Генрих VIII (английский король) 37
Гёте И. В. 47
Гиббс Дж. Г 166
Гольбах П. А. 104, 152
Гомер 95
Гук Р. 60, 61, 66, 72, 73
Гуттен У. фон 31
Гюйгенс Х. 29, 60

Д'Аламбер Ж. Л. 154
Данте Алигьери 16, 33
Декарт Р. 13, 15, 29, 30, 57, 58, 60, 120, 121, 126, 135, 145, 146, 152, 159
Дидро Д. 104, 154
Дюэм П. 29, 30

Зенон (из Элеи) 16, 138

Кант И. 23, 47, 89, 155—157
Карл I (английский король) 38
Карл II (английский король) 81, 82
Карл III (английский король) 39
Карно С. 158, 166
Кенэ Ф. 154, 155
Кеплер И. 29, 60, 72, 123
Кларк С. 149
Коперник Н. 30, 31
Котс Р. 67, 127
Коши О. 99
Кромвель О. 38

Ламетри Ж. О де 104, 152

Лейбниц Г. В. 25, 97, 101, 136, 137, 139, 146, 149, 156, 159
Ленин В. И. 115, 152
Леонардо да Винчи 19, 103
Линней К. 6
Локк Дж. 87—90, 111, 120
Лоренц Х. А. 6, 161
Люкас Г. 50
Лютер М. 31

Маколей Т. Б. 83, 85
Максвелл Дж. К. 12, 13, 68, 121, 134, 159, 166
Маркс К. 21, 150
Мейерсон Э. 139
Меланхтон Ф. 31
Микеланджело Буонаротти 103
Монтегю Ч 91
Мор Г. 54, 55, 132
Мор Л. Т. 103

Николай Кузанский 97

Орем Н. 28
Оствальд В. 10

Пико делла Мирандола 19
Платон 9, 142
Поп А. 4
Птолемей 30

Рассел Б. 137
Рейхенбах Г. 10
Рейхлин И. 31
Рен К. 72, 73
Розенфельд Л. 131, 134
Руссо Ж. Ж. 151

Сен-Симон А. де 152—154
Сервет М. 31
Спиноза Б. 25

Томсон Дж. 134, 160
Торндайк Э. 29
Тюрго А. Ф. 154

Фарадей М. 68, 121, 134, 159
Фейербах Л. 25
Фурье Ш. 153

Шекспир У. 167

Эйнштейн А. 4, 5, 7, 12, 13, 18, 30, 77, 121—125, 160—162
Энгельс Ф. 19, 20, 23, 122
Эразм Роттердамский 31
Эренфест П. 6

Яков II (английский король) 39, 82, 84, 85

ЛИТЕРАТУРА

1. *Маркс К., Энгельс Ф.* Сочинения, 2-е изд.

2. *Ленин В. И.* Полное собрание сочинений.

* * *

3. *Ньютон И.* Математические начала натуральной философии. — «Известия Николаевской Морской академии», вып. IV. Пг., 1915.

4. The Correspondence of Sir Isaak Newton. Cambridge, 1959—1974.

* * *

5. *Библер В. С.* Мышление как творчество (Введение в логику мысленного диалога). М., 1975.

6. *Вавилов С. И.* Исаак Ньютон. М.—Л., 1945.

7. *Вавилов С. И.* Эфир, свет и вещество в физике Ньютона. — В кн.: «Московский университет — памяти Исаака Ньютона. Сб. статей». М., 1946.

8. *Галилей Г.* Избранные труды в 2-х томах, т. 1. М., 1964.

9. *Гегель Г. В. Ф.* Энциклопедия философских наук, т. 1. Наука логики. М., 1974.

10. *Горфункель А. Х.* Гуманизм и натурфилософия итальянского Возрождения. М., 1977.

11. *Кузнецов Б. Г.* Галилей. М., 1964.

12. *Кузнецов Б. Г.* Разум и бытие. М., 1972.

13. *Кузнецов Б. Г.* История философии для физиков и математиков. М., 1974.

14. *Кузнецов Б. Г.* К вопросу о необратимости космической эволюции, познания и культурно-исторического процесса. — «Философские науки», 1976, № 6, 1977, № 1.

15. *Кузнецов Б. Г.* Идеи и образы Возрождения. М., 1979.

16. *Кузнецов Б. Г.* Пути физической мысли. М., 1968.

17. *Лурье С. Я.* Ньютон — историк древности. — В кн.: «Исаак Ньютон. Сб. статей к трехсотлетию со дня рождения». М., 1943.

18. *Лурье С. Я.* Эйлер и его «исчисление нулей». — В кн.: «Леонард Эйлер. Сб. статей». Л.—М., 1935.

19. *Маколей Т. Б.* Полн. собр. соч. в 16-ти томах. СПб., 1860—1866.

20. Механика и цивилизация XVII—XIX вв. М., 1979.

21. *Овчинников В.* Корни дуба. М., 1980.

22. *Розенфельд Л.* Ньютон и закон тяготения. — В кн.: «У истоков классической науки. Сб. статей». М., 1968.

23. *Фейнберг Е. Л.* Кибернетика, логика, искусство. М., 1981.

24. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов, т. IV. М., 1967.

25. *Andrade E. N.* Sir Isaac Newton. His life and work. New York, 1954.

26. Annales de la Fondation Louis de Broglie, vol. 4, N 1. Paris, 1979.

27. Archives for the History of Exact Sciences, vol. 2. New York, 1962.

28. *Boss V.* Newton and Russia. Cambridge (Mass.), 1972.

29. *Brünschvig L.* La philosophie de l'esprit. Paris, 1949.

30. *Cohen J. B.* The Birth of a New Physics. Garden City, 1960.

31. *Cohen J. B.* Introduction to Newton's Principia. Harward, 1971.

32. *Duhem P.* Etudes sur Léonard de Vainci. Ceux qu'il a lu et ceux qui l'ont lu. Paris, 1955.

33. *Hall A. R., Hall M. B.* Unpublished scientific papers of Isaac Newton. Cambridge, 1962.

34. *Koyré A., Cohen J. B.* Newton and the Leibniz—Clarke Correspondence. — «Archive International d'Histoire des sciences. Quinzième Année», 1962.

35. *Koyré A.* Etudes newtoniennes. Paris, 1968.

36. *Koyré A.* From Closed World to the Infinite Universe. Baltimore, 1957.

37. *Meyerson E.* Essais. Paris, 1936.

38. *More L. T.* Isaac Newton. A biography. New York, 1934.

39. *Prigogine I., Stengers I.* La Nouvelle Aliance. Métamorphose de la science. Paris, 1979.

40. *Wallis P., Wallis R.* Newton and Newtoniana. 1672—1975. A Bibliography. Folkstone, 1977.

41. *Westfall R.* Force in Newton's Physics. London—New York, 1971.

42. *Whiteside D. T.* The Mathematical Papers of Isaac Newton. Cambridge, 1967.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 8
Глава I. **ЭПОХА** 27
Глава II. **ЖИЗНЬ** 44
Глава III. **ФИЛОСОФИЯ** 117
Глава IV. **СУДЬБА ИДЕЙ НЬЮТОНА В XVIII—XX ВВ.** 145
УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН 170
ЛИТЕРАТУРА 172

Кузнецов Б. Г.

К89 Ньютон. — М.: Мысль, 1982. — 175 с. — (Мыслители прошлого).
25 к.

Книга рассказывает о жизненном и творческом пути великого английского мыслителя, физика, астронома и математика Исаака Ньютона (1643—1727). Ньютон является одним из крупнейших представителей механистического материализма в естествознании XVII—XVIII вв., его основные идеи оказали большое влияние на философскую мысль, науку и культуру.

Книга рассчитана на широкий круг читателей.

К $\frac{0302010000-141}{004(01)-82}$ 19-82

ББК 87.3
1Ф

ИБ № 1547

Борис Григорьевич Кузнецов

НЬЮТОН

Заведующая редакцией Л. В. Литвинова
Редактор В. П. Гайдамака
Младший редактор К. К. Цатурова
Оформление художника А. И. Ременника
Художественный редактор С. М. Полесицкая
Технический редактор Т. В. Елманова
Корректор Г. С. Михеева

Сдано в набор 28.03.82. Подписано в печать 12.07.82.
Формат 70×90 1/32. Бумага типогр. № 1. Академ. гарн.
Высокая печать. Усл. печатных листов 6,43.
Учетно-издательских листов 6,95. Усл. кр.-отт. 6,59.
Тираж 50 000 экз. Заказ № 1090. Цена 25 к.

Издательство «Мысль». 117071. Москва, В-71,
Ленинский проспект, 15.

Типография издательства «Калининградская правда»,
Калининград (обл.), ул. Карла Маркса, 18.