

В. С. Ратніков, З. Ю. Макаров



ІСТОРІЯ ТА ФІЛОСОФІЯ НАУКИ

ХРЕСТОМАТІЯ

Нова Книга
видавництво

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

В. С. Ратніков, З. Ю. Макаров

ІСТОРІЯ ТА ФІЛОСОФІЯ НАУКИ

Хрестоматія

Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів
III–IV рівнів акредитації.

Вінниця
НОВА КНИГА
2009

УДК 168:001(075.8)

ББК 87.25я73

Р 25

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів
(Лист №14/18-Г-2095 від 09.10.08)

Рекомендовано до видання Вченою Радою Житомирського державного університету ім. Івана Франка (протокол № 11 від 27.06.08)

Рецензенти

В. Л. Чуйко, доктор філософських наук, професор Київського національного університету ім. Тараса Шевченка

О. І. Хома, доктор філософських наук, професор Вінницького національного технічного університету

С. В. Черкасов, доктор філософських наук, професор Вінницького національного медичного університету ім. М. Пирогова

Ратніков В. С., Макаров З. Ю.

Р 25 Історія та філософія науки. Хрестоматія. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів III–IV рівнів акредитації.

Вінниця: НОВА КНИГА, 2009. – 416 с., фото

ISBN 978–966–382–192–4

Ця книга – хрестоматія до курсу “Філософія науки”, що читається в більшості вузів III – IV рівнів акредитації.. Книга такого роду видається в Україні вперше. Вона містить добірку фрагментів першоджерел – робіт класиків науки (І. Ньютона, П. Лапласа, Ч. Дарвіна, М. Планка, А. Ейнштейна, В. Ве рнадського та ін.) і філософії (Ф. Бекона, Р. Декарта, К. Поппера, А. Койре тощо). Зміст джерел охоплює основні періоди історії науки від античності до сучасності.

Книга також містить докладні авторські довідки до кожного з видатних мислителів із зазначенням їх внеску в науку та філософію науки, що доповнює безпосередній зміст наданого уривка. Наприкінці книги наводиться короткий глосарій основних понять філософії науки.

Хрестоматія призначена для студентів, магістрантів, аспірантів і науковців, а також для всіх, хто цікавиться історією науки і філософсько-методологічними проблемами наукового знання. Вона буде доречною і при підготовці до кандидатського екзамену з філософії.

УДК 168:001(075.8)

ББК 87.25я73

ISBN 978–966–382–192–4



© Ратніков В. С., Макаров З. Ю., 2009

© ПП “Нова Книга”, 2009

Зміст

Вступ	5
1. Філософія, наука, філософія науки	7
В. И. Вернадский. Из истории идей (1912)	8
Г. Спенсер. Опыты научные, политические и философские (1866)	14
С. Б. Кримський. Наука як феномен цивілізації (2005)	29
M. Bunge. The Scientific Approach (1967)	40
2. Становлення науки. Наука античності	50
К. Р. Поппер. Природа философских проблем и их корни в науке (1952) ..	51
А. Койре. О влиянии философских концепций на развитие научных теорий (1954)	70
И. Д. Рожанский. История естествознания в эпоху эллинизма и Римской империи (1986)	86
H. Wußing. Mathematik in griechisch-hellenistischer Zeit und Spätantike (2008)	100
3. Наука Середньовіччя й епохи Відродження	105
Ж. ле Гофф. Генезис средневековой цивилизации (1965)	105
Ж. ле Гофф. С Небес на землю (Перемены в системе ценностных ориентаций на христианском Западе XII–XIII вв.) (1977)	115
Э. Фромм. Бегство от свободы (1941)	121
Н. П. Рождественский. Курс Основного Богословия или Христианская апологетика (1893)	125
4. Становлення класичної науки	131
П. П. Гайденок. Научная рациональность и философский разум (2003) .	131
Ф. Бэкон. Новый Органон: Афоризмы об истолковании природы и царстве человека (1620)	148
Р. Декарт. Рассуждения о методе для хорошего направления разума и отыскания истины в науках (1637)	154
И. Ньютон. Математические начала натуральной философии (1686)	158
И. Пригожин, И. Стенгерс. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой (1984)	165
Ж. А. Кондорсе. Эскиз исторической картины прогресса человеческого разума (1794)	183
К. Р. Поппер. Предположения и опровержения: Рост научного знания (1963)	201
В. М. Найдыш. Концепции современного естествознания (2003)	207

5. Наука XIX століття	210
И. Пригожин, И. Стенгерс. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой (1986)	210
П. Лаплас. Небесная механика. Предисловие к III тому (1805)	219
С. Карно. Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу (1824)	225
Н. И. Лобачевский. О началах геометрии (1829)	231
Дж. Буль. Математический анализ логики (1847)	234
Ч. Дарвин. Происхождение видов путем естественного отбора или сохранения благоприятных пород в борьбе за жизнь (1859)	236
Г. Мендель. Опыты над растительными гибридами (1866)	242
Н. Poincaré. Les géométries non euclidiennes (1891)	245
6. Друга наукова революція	257
Б. Рассел. Основы математики (1903)	258
М. Планк. Возникновение и постепенное развитие теории квант. Нобелевская речь, произнесенная в Стокгольме 2 июля 1920 г. в Шведской академии наук.	263
Н. Бор. О строении атомов и молекул (1913)	274
Э. Шрёдингер. Труды по волновой механике (1926)	277
А. Эйнштейн. К электродинамике движущихся тел (1905)	281
В. А. Фок. Квантовая физика и строение материи (1965)	284
В. М. Найдыш. Концепции современного естествознания (2003)	302
7. Наука XX ст.: достижения і тривоги	305
В. С. Стёпин. Научное познание и ценности техногенной цивилизации (1989)	305
И. Пригожин. Философия нестабильности (1991)	330
С. Б. Кримський. Зміна методологічної свідомості сучасної науки (2005)	339
І. С. Добронравова. Нелінійне мислення (1991)	351
Н. Ф. Реймерс, В. А. Шупер. Кризис науки или беда цивилизации? (1991)	364
С. П. Капица. Антинаучные тенденции в Советском Союзе (1991)	378
Е. Agazzi. From technique to technology: the role of modern science (1998)	393
Глосарій з філософії науки	402

Вступ

Одна з фундаментальних задач науки – отримання нових знань про світ. Однак, поряд з пізнанням світу, нам необхідне і пізнання законів нашого пізнання. Тому що наука в XXI столітті – наймогутніший фактор суспільного розвитку. З прогресом науки та заснованої на ній техніки пов'язані як найістотніші надії, так і найсерйозніші тривоги людства за своє майбутнє. Процес науково-технічного розвитку повинен перебувати під контролем суспільства, ним потрібно керувати. Саме тому дуже актуальною є задача побудови теорії розвитку науки – теорії, що пояснює і розкриває механізми успішного функціонування науки та ефективного її розвитку. А створення такої теорії навряд чи може бути успішним без урахування попередніх досягнень науки, їх критичного переосмислення.

Тому при освоєнні курсу “Філософії науки і техніки” необхідно приділити належну увагу також і історії науки, і насамперед “ідейній” історії, історії фундаментальних теорій і концепцій. Тим більше, що в процесі становлення і розвитку філософії науки діяльність багатьох видатних філософів науки (В. Уевелла, А. Уайтхеда, А. Койре, Р. Мертона, Н. Хенсона, Т. Куна, С. Тулміна, П. Фейєрабенда, Д. Холтона, І. Лакатоса та ін.) пов'язана з постійним інтересом до історії науки в якості “емпіричного базису” своїх побудов – теоретичних моделей і різноманітних методологічних реконструкцій процесу росту наукового знання. “Дослідження шляхів, – писав ще в XIX ст. В. Уевелл, – якими наші предки набули наші розумові надбання, може показати нам і те, чим ми володіємо і чого можемо очікувати, – може не тільки нагадати нам про той запас, що ми маємо, але і навчити нас, як його збільшити і поліпшити. Цілком справедливо можна сказати, що Історія Індуктивної Науки надасть нам філософський огляд істотного запасу знання і вкаже, як найплідніше можуть бути спрямовані наші майбутні зусилля для розширення і поповнення цього запасу”¹. Інші ж філософи вважають, що історія науки може служити також і надзвичайно важливим джерелом проблем і рішень для філософії науки. Замість того

¹ Цит. по: *Философия и методология науки* (ред. В. И. Купцов). – М., 1996. – С. 335.

щоб винаходити методологічні концепції, установлювати методологічні стандарти, норми і правила, спираючись виключно на філософію і логіку, філософ повинен звертатись також і до історії науки, щоб у її матеріалі відшукувати елементи своїх методологічних конструкцій, а не тільки перевіряти їх. “Я глибоко переконаний у тому, – писав знаменитий філософ науки історичного напрямку Т. Кун, – що багато чого у творах з філософії науки було б покращене, якби історія відігравала більшу роль у їх підготовці”¹.

Тому видається цілком природним при проведенні семінарських занять з курсу філософії науки приділяти належну увагу розгляду історії науки, розвитку основних ідей і теорій, осмисленню найважливіших досягнень науки.

Одна зі складностей при написанні посібника такого типу – це прийнятний добір джерел. Критерієм добору джерел у нас служили принаймні дві їх властивості – наукова (або філософська) значимість, з одного боку, і тематична адекватність та змістовна ємність – з іншого. Ми вважаємо за можливе включити до даної хрестоматії не лише фрагменти текстів визнаних у світі класиків науки і філософії, але й витяги із сучасних монографій і статей, що мають безпосереднє відношення до відповідної теми спецкурсу. Проте ми не вважаємо, що представлений у даному посібнику набір текстів є ідеальним.

Запропонований посібник розроблений на основі узагальнення досвіду проведення семінарських і лекційних занять зі спецкурсу “Філософія науки і техніки” для магістрантів.

¹ Цит. по: Никифоров А.Л. Философия наука: история и методология. – М., 1998, с.100.

1. ФІЛОСОФІЯ, НАУКА, ФІЛОСОФІЯ НАУКИ

Володимир Вернадський

Вернадський Володимир Іванович (1863–1945) – видатний вчений і мислитель, натураліст, мінералог і кристалограф, основоположник геохімії, біогеохімії, радіогеології і вчення про біосферу, організатор багатьох наукових установ. Академік АН СРСР, перший президент Української Академії наук (1919), член багатьох закордонних академій наук. У 1885 закінчив фізико-математичний факультет Петербурзького університету. З 1890 – приват-доцент, а в 1898–1911 р. – професор мінералогії Московського університету. З 1914 – директор Геологічного і мінералогічного музею Петербурзької Академії наук. Один з організаторів Комісії з вивчення природних продуктивних сил Росії, з якої виросло кілька галузевих академічних інститутів. З 1922 по 1939 – директор організованого ним Державного радієвого інституту. У 1927 р. організував у АН СРСР Відділ живої речовини, перетворений у 1929 р. на Біогеохімічну лабораторію (директор 1927–1945), що став згодом Інститутом геохімії та аналітичної хімії імені Вернадського. У 1937 з ініціативи Вернадського була створена Міжнародна комісія з визначення віку порід радіоактивним методом. У 1939 р. разом з іншими вченими він організував Комісію з ізотопів. Працював у Парижі (у Радієвому інституті М. Склодовської-Кюрі у Сорбоні), у Празі (у Карловому університеті).



Вернадський висунув нову еволюційну теорію походження мінералів. Створена ним біогеохімія вивчає геохімічні процеси, у яких беруть участь організми. Вернадський є також основоположником сучасного вчення про біосферу. Сукупність живих організмів у біосфері він назвав живою речовиною; трансформуючи сонячне випромінювання, вона втягує неорганічну матерію в безперервний круговорот. Величезна роль його вчення про біосферу та її розвиток повною мірою почала виявлятися з другої половини XX століття. Біосфера під впливом наукових досягнень і людської праці поступово переходить у новий стан – ноосферу – сферу розуму. Ідеї Вернадського про ноосферу,

що представляють собою велике філософське узагальнення, виникли на стику двох основних напрямків його наукової діяльності – біогеохімії та історії наук.

Проведені ним аналіз еволюції наукової думки і наукового світогляду, а також дослідження структури науки, представляють найбільший внесок у наукознавство, одним з основоположників якого був Вернадський. Багато сторінок його праць присвячені фундаментальним філософським проблемам природознавства. Він підкреслював, що ХХ століття є періодом ламання корінних природничонаукових уявлень.

Ми тут наводимо фрагмент однієї з його науково-філософських статей.

В. И. Вернадский. Из истории идей (1912)

Наше время – век прошлый и век нынешний – может и должно быть охарактеризовано, как эпоха расцвета наук о природе и математики. Мы видим на каждом шагу проникновение их в окружающую жизнь; они влияют самым могущественным образом на ход религиозного сознания в человечестве, изменяют философские построения, глубоко проникают в искусство, обуславливают всю технику и с ее помощью совершенно изменяют бытовой уклад и государственную жизнь нашего времени.

Мы встречаемся здесь с новым фактором всемирной истории, новым явлением, которого напрасно стали бы искать в прошлом.

Когда этот фактор появился? Когда вылились в современные формы точное знание и математика, когда они достигли такого значения, что с ними пришлось считаться в жизни и в государственных начинаниях?

Мы напрасно стали бы искать ответа на этот вопрос в обычных и распространенных представлениях о ходе истории человечества. Мы говорим об эпохе Возрождения наук и искусств, но наук, далеких от точного естествознания и математики. Эпоха Возрождения не есть эпоха создания современного естествознания и математики. Мы говорим об “эпохе открытий”, но эта эпоха несколькими поколениями отделена от расцвета точного знания. И Возрождение, и эпоха открытий явились эпохами подготовительными, создали почву, на которой выросло идейное течение, по своему значению более мощное и более глубокое, чем эти два великих перелома в истории человеческой культуры.

Мы говорим об эпохе церковной реформы – реформации. Однако реформация не только не связана генетически с расцветом точного знания и математики, но во многом она явилась средой, им враждебной, в лучшем случае безразличной их росту и значению.

Позже, для XVII в. мы говорим о создании новой философии, для XVIII в. – об эпохе просвещения и об их влиянии на весь уклад человеческой жизни. Здесь мы встречаемся уже с новой наукой и с новой математикой как готовыми созданиями, видим их влияние на человеческую жизнь, однако, оцениваем в ней не их, но их отражения в философских идеях и построениях.

В общем ходе истории человеческой культуры, в обычных о ней представлениях нет места истории того перелома, который совершился в человечестве вхождением точного знания в его жизнь и привел впервые в многотысячелетнем его существовании к новым, неслыханным раньше формам и укладам быта и общественного строя.

Перелом этот совершился в XVII столетии. В это столетие впервые наука о природе и математика вдвинулись в жизнь, получили значение как изменяющие условия человеческого существования исторические силы.

Никогда раньше этого не было, и напрасно стали бы мы искать аналогий эпохи XVII–XX столетий в прошлом человечества. Недаром это и сознается сейчас, когда на наших глазах все ярче и сильнее выступает мировая история, охватившая, как единое целое, весь земной шар, совершенно покончившая с уединенными, мало зависимыми друг от друга культурными историческими областями прошлого.

Несомненно, корни научного знания теряются в бесконечной дали веков былого. Мы сталкиваемся с ними в первых проблесках религиозного сознания, коллективного художественного творчества или в начатках техники, а их следы мы находим в самых древних остатках человечества, в самых первобытных и диких укладах человеческого общежития.

Но эти первые проблески религиозного вдохновения, технических навыков или народной мудрости не составляют науки, как первые проявления счета или измерения не составляют еще математики. Они дали лишь почву, на которой могли развиваться эти создания человеческой

личности. И для этого мысль человека должна была выбиться из рамок, созданных вековой, бессознательной коллективной работой поколений, — работой безличной, приноровленной к среднему уровню и пониманию. Зарождение научной мысли было формой протеста против обычной народной мудрости или учений религии. По-видимому, это совершилось за шесть столетий до н. э. в культурных городских общинах Малой Азии.

Но эти первые шаги научного творчества были слабы и ничтожны. Едва ли они могли быть заметны в окружающей жизни, шедшей своим бессознательным укладом, не дававшим места новому созданию человеческой личности. Реальной исторической силой, меняющей жизнь данного времени, они не были.

Прошло много столетий, прежде чем эти первые зачатки научного мышления могли в свою очередь явиться силой в жизни человечества, более мощной или равной другим, творящим его историю, факторам. Еще в XVI столетии мог быть спор, нужны или нет в жизни те естественнонаучные и математические знания, которые в это время были в распоряжении человечества; еще в эту эпоху практика мастеровских, рудников, военного, даже морского дела безнаказанно обходились без тех данных, которые даются наукой. В это время во многом долготелая выучка практического деятеля давала ему больше знания, чем то, что мог ему дать накопленный в книгах или в преподавании научный опыт, научное обобщение. Все это изменилось в XVII столетии; здесь мы видим ясный перелом, когда научное знание стало опережать технику, когда полученные с его помощью приложения к жизни стали оставлять позади себя коллективные создания технических традиций и навыков. В эту эпоху научное представление об окружающем мире стало в резкое противоречие с вековыми созданиями религиозных, философских или обыденных представлений о мире, и вместе с тем оно смогло доказать на деле значение своих положений, ибо оно дало, несовместимые со старыми представлениями, неожиданные для него применения в мореходном и военном деле, технике, медицине. В то же время новая математика впервые открыла перед человечеством новые горизонты познаваемого и приемы исчисления, несравнимые и оставившие далеко позади за собой те начатки геометрии, которые преподавались в

школах или передавались в мастерских, те формы арифметики, которые перешли школьным путем от прежних времен или создавались в торговых и банкирских конторах. Эти создания тысячелетий были детским лепетом перед тем, что в XVII в. в форме новой математики стало открываться перед человечеством.

XVII век явился началом нового времени, вхождения в историю человечества новой меняющей ее силы – наук о природе и тесно с ними связанной математики. То, что явно зародилось в этом веке, в последующих получило лишь дальнейшее развитие. Конечно, разница между началом XVII и началом XX в. в этом отношении огромная, но не будет ли еще большей разница между XX и началом XXIII в.?

Станным образом этот великий перелом в истории человечества не получил себе ясного выражения в обычных представлениях образованного общества о своем прошлом.

Причиной этого является, с одной стороны, слабое развитие истории научного знания, а с другой – малое проникновение ее в школьное преподавание и в популярную научную литературу.

Нельзя сказать, чтобы история науки и научного творчества не привлекала к себе внимания исследователей. Неизбежно ими должны были являться обычно далекие от истории натуралисты и математики. История математики давно уже считается одним из очень обработанных отделов истории культуры. Значительно меньше обращала на себя внимание история естествознания и история техники. Но и здесь для истории опытных наук – химии, физики, механики, для истории географии, астрономии или анатомии мы имеем огромную, все растущую литературу. В общем здесь сейчас издано много документов, произведена большая работа исторической критики, выяснены многочисленные факты. Значительно хуже обстоит дело с историей описательного естествознания – зоологии, ботаники, минералогии или таких наук, как геология, почти всех отделов техники. Здесь область научного изыскания едва затронута приемами современной исторической науки. Однако и здесь сейчас заметно оживление. Создаются научные общества для изучения истории естествознания и техники в широком смысле этого слова, зарождаются специальные, посвященные им научные журналы. Но всего этого недостаточно по сравнению с областью неизученного.

В общем, история науки все еще является областью, где возможны неожиданности – такие открытия, какие немислимы в истории философии, религии, литературы и даже искусства. Достаточно вспомнить новые работы Дюгема, открывшие нам для истории механики и геологии в Западной Европе не только новые произведения, но и негданные средневековые научные течения, державшиеся столетия; новые, забытые имена великих ученых, как Альберт из Саксонии или Иордан Неморарий, о жизни которых мы почти ничего не знаем и о влиянии которых на последующую, а следовательно, и на нашу, мысль не догадывались.

В истории науки область, охваченная исторической критикой, ничтожна по сравнению с тем, что осталось ею не тронутым. В этом смысле работа, здесь сделанная, не может даже сравниваться с тем, что достигнуто за тот же период времени в других отделах истории культуры – в истории религии, философии, литературы или искусства.

Самый характер истории науки, по существу, отличает ее от истории других течений культуры. Ибо в истории науки ход ее современного развития заставляет искать и видеть в ее прошлом то, о чем и не догадывались прежние исследователи. Во второй половине XIX в. победа эволюционного принципа в биологических науках заставила искать в прошлом науки его проявление, заставила переоценить историческую роль научных вождей прошлого – Кювье, Линнея, Бюффона. Из темных забытых научных рядов она выдвинула Ламарка. История зоологии или ботаники в XVII или XVIII вв., написанная до дарвинизма и после него, по существу суть создания, резко различные. Сейчас на наших глазах мы переживаем то же самое в истории физики. Иной представляется нам роль Ньютона в учении об истечении, и по существу иной является оценка нами спора сторонников теории волнообразного колебания эфира со сторонниками теории истечения, чем это было лет 10–15 назад...

История науки и ее прошлого должна критически составляться каждым научным поколением, и не только потому, что меняются запасы наших знаний о прошлом, открываются новые документы или находят новые приемы восстановления былого. Нет! Необходимо вновь научно перерабатывать историю науки, вновь исторически уходить в

прошлое, потому что, благодаря развитию современного знания, в прошлом получает значение одно и теряет другое. Каждое поколение научных исследователей ищет и находит в истории науки отражение научных течений своего времени. Двигаясь вперед, наука не только создает новое, но и неизбежно переоценивает старое, пережитое.

Уже поэтому история науки не может являться безразличной для всякого исследователя. Натуралист и математик всегда должен знать прошлое своей науки, чтобы понимать ее настоящее. Только этим путем возможна правильная и полная оценка того, что добывается современной наукой, что выставляется ею, как важное, истинное или нужное.

В сущности, мы имеем два критерия оценки научной истины, отличия преходящего от вечного. Один путь – путь философской критики, связанный с теорией познания, другой путь – путь исторической критики, связанный с историей науки.

При всем несовершенстве и неполноте этого второго пути, математик и, особенно, натуралист в большинстве случаев останавливается на нем, так как он дает ему прочную почву для суждения и не выводит его из рамок работы, к которым он привык в научной области. Мне кажется, что, даже избрав первый путь – путь теории познания, он должен, для того, чтобы разобраться в противоречивых и неизбежно, по существу, несогласимых построениях теории познания, или, вернее, различных философских теорий познания, обратиться к истории науки. Только после этого он может применить безнаказанно теорию познания к оценке научных построений или текущей научной работы.

В.И. Вернадский. Из истории идей
// Русская мысль. – 1912. – № 10.

Герберт Спенсер



Спенсер Герберт (1820–1903) – видатний англійський філософ і соціолог, один з родоначальників позитивізму, засновник органічної школи в соціології; ідеолог лібералізму. Працював інженером на залізниці (1837–1841), потім співробітничав у журналі “Економіст” (1848–1853), велику частину життя провів як кабінетний учений. Його філософія постала подальшим розвитком позитивізму О. Конта; вплинули на Спенсера також агностицизм Д. Юма і Дж. С. Мілля, кантіанство, натурфілософські ідеї Ф. Шеллінга і шотландська школа. Філософію Спенсер розумів як максимально узагальнене знання законів явищ; таким чином, філософія, за Спенсером, відрізняється від часткових наук чисто кількісно, ступенем узагальненості знання. Він пропонував розглядати суспільство як організм, подібний до тваринного організму, зі своєю структурою та інститутами, що регулюють його діяльність. Будучи прихильником еволюціонізму, він вважав, що суспільству властивий той самий розвиток, що і тваринному світу. У той же час Спенсер не цілком отожднював суспільство і живий організм, відзначаючи відмінності між ними. Зробив значний внесок у вивчення первісної культури. Основний твір – “Система синтетичної філософії” (1862–1896).

Ми наводимо тут фрагмент одного з його науково-філософських творів.

Г. Спенсер. Опыты научные, политические и философские (1866)

Между людьми всегда господствовало смутное представление, будто бы научное познание по природе своей отлично от обыкновенного. Это различие должны были сильно чувствовать греки, у которых только математика – буквально: вещи изучаемые – почиталась собственно знанием; с тех пор это различие всегда сохранялось в общем мнении. Хотя, принимая во внимание противоположность между приобретениями науки и результатами обыденного, неметодического мышления, неудивительно, что такое различие было предполагаемо, но стоит

только подняться немного выше обыкновенной точки зрения, чтобы увидеть, что это различие не может существовать в действительности или, лучше, что это только поверхностное различие. В обоих случаях действуют одни и те же способности, и в обоих случаях способ их действия в основе своей один и тот же. Если мы скажем, что наука есть организованное знание, то нам возразят истиной, что всякое знание организовано в большей или меньшей степени, т. е. что самые обыкновенные домашние и полевые работы предполагают сопоставление фактов, получение выводов, ожидание результатов и что общий успех этих работ доказывает, что данные, которые служили им руководством, связаны между собою правильно. Далее, если мы скажем, что наука есть предвидение, т. е. прозрение в будущее, знание того, в какое время, в каких местах, в каких сочетаниях и в какой последовательности получатся известные явления, то мы все-таки обязаны признать, что это определение обнимает собою многое, что совершенно чуждо науке, в обыкновенном смысле этого слова. ...

...Если, далее, мы скажем, что наука есть точное предвидение, мы все-таки не установим предполагаемого различия. Мы не только найдем, что многое, что мы называем наукой, неточно и что некоторые из наук, как физиология, никогда не сделаются точными, но мы найдем еще, что многие из предвидений, составляющих общее достояние как мудреца, так и невежды, точны. Что тело без поддержки упадет, что зажженная свеча погаснет, когда ее опустят в воду, что лед растает, когда его бросят в огонь, — эти и многие подобные предсказания, касающиеся самых обыкновенных свойств вещей, имеют такую высокую степень точности, какую только способны иметь предсказания. Справедливо, что утверждаемые результаты имеют весьма общий характер; но не менее справедливо и то, что в пределах своей сферы они строго правильны: а это — все, что требуется определением. Существует совершенное согласие между предусмотренными и действительными явлениями; не более этого мы можем сказать и о самых высоких результатах науки, преимущественно характеризируемых термином: точные.

Видя, таким образом, что предположенное различие между научным и обыкновенным знанием не оправдывается логически, и сознавая вместе с тем, что, как ни невозможно провести черту между ними, оба

они на практике не тождественны, – мы задаем себе вопрос: в чем же состоит родство, существующее между ними? Частный ответ на этот вопрос может быть извлечен из примеров, только что приведенных. Пересмотр их покажет, что те части обыкновенного знания, которые тождественны по характеру с научным знанием, обнимают только такие совокупности явлений, которые непосредственно познаются чувствами и по природе своей просты и неизменны. Что от зажженного огня будет восходить дым; что огонь скоро вскипятит воду – это такие предвидения, которые делаются служанкой так же хорошо, как и самым ученым физиком; они так же верны, так же точны, как и его предвидения, но это предвидения, касающиеся явлений, находящихся в постоянном и прямом отношении между собою, т. е. явлений, которые видимо и непосредственно следуют за предшествовавшими, явлений, причинность которых не отдалена и не темна, явлений, которые могут быть предсказаны посредством самого простого рассуждения. Если теперь мы перейдем к предсказаниям, составляющим то, что обыкновенно называют наукой: что затмение Луны случится в означенное время, что в барометре, перенесенном на вершину горы известной высоты, ртутный столб опустится на определенное число дюймов; что, погрузив полюсы гальванической батареи в воду, мы получим на одном горючий, на другом воспламеняющий газ в определенной пропорции, – мы усматриваем, что заключающиеся в этих процессах отношения не такого рода, какие обыкновенно представляются нашим чувствам; что некоторые из них зависят от особенных комбинаций причин и что в некоторых из них связь предшествующего с последующим может быть установлена только посредством выработанного ряда выводов. Таким образом, видимое различие между двумя родами знания заключается не в природе их, а в их отдельности от восприятия.

...Различие, таким образом, заключается не в основном характере умственных действий, не в правильности предвидений, совершаемых этими действиями, а в сложности процессов, необходимых для достижения предвидений. Значительная доля самого обыкновенного знания нашего строго точна в пределах своей сферы. Наука не увеличивает этой точности; она не может выйти за ее пределы. Что же в таком случае делает она? Она приводит другие познания к той же самой степени

точности. Достоверность, которую дает нам прямое восприятие относительно сосуществований и последовательностей самого простого и самого доступного рода, – ту же достоверность дает нам наука относительно сосуществований и последовательностей явлений, сложных по их зависимости или недоступных непосредственному наблюдению. Короче, наука, если смотреть на нее с этой точки зрения, может быть названа расширением восприятий путем умозаключения.

...В своих первых фазисах наука достигает только достоверности предвидения; в позднейших она достигает еще и полноты. Мы начинаем открытием одного отношения и оканчиваем открытием отношения вообще. Наше первое приобретение состоит в предсказании рода явления, которое может встретиться при известных условиях; наше последнее приобретение состоит в предсказании не только рода явления, но и его количественных данных. Или, приводя положение в более определенную форму, мы можем сказать, что неразвившаяся наука есть качественное предвидение, а развившаяся – количественное.

...Это-то невыраженное различие и заставляет нас считать некоторые отделы знания преимущественно научными перед познанием вообще. Измеряемы ли явления, – вот критерий, который мы бессознательно употребляем. Пространство измеряемо – отсюда геометрия. Сила и пространство измеряемы – отсюда статика. Время, сила и пространство измеряемы – отсюда динамика. Изобретение барометра дало человеку возможность распространить принципы механики и на атмосферу, – явилась аэростатика. Когда был изобретен термометр, возникла наука о теплоте, наука, невозможная до того времени. Те из наших ощущений, для измерения которых мы не нашли еще способа, не производят наук. Мы не имеем науки запахов; у нас нет и науки вкусов. Мы имеем науку об отношениях звуков в диапазоне, потому что открыли путь для измерения их; но у нас нет науки о звуках в отношении их звучности или их тембра, потому что мы не дошли еще до измерения звучности и тембра. Очевидно, что это-то сведение ощутительных явлений на отношения величин и сообщает известному отделу знания его специально-научный характер. Первоначально знание людей о весах и силах находилось в том же самом положении, в каком находится и теперь их знание о вкусах и запахах; это было знание, не

простиравшееся далее того, что доступно невооруженным чувствам, оно оставалось в этом положении до тех пор, пока не были изобретены взвешивающие инструменты и динамометры. До появления песочных часов и клепсидр многие явления могли быть измеряемы относительно их продолжительности или перемежаемости не с большей степенью точности, чем та, с какою может быть измеряема степень твердости тел посредством пальцев. До изобретения термометра суждения людей об относительных количествах теплоты стояли на той же самой ступени, на которой стоят их настоящие суждения об относительных количествах звука.

...Отсюда очевидно не только то, что по мере того, как знание становится количественным, его предвидения делаются столько же полными, сколько и верными, — но и то, что до принятия количественного характера оно необходимо ограничивается самыми элементарными отношениями.

Сверх того, нужно заметить, что хотя, с одной стороны, законы большей части явлений могут быть открыты только через исследование их количественности, с другой — ряд наших количественных предсказаний может расширяться только в той мере, в какой мы открываем законы результатов, нами предсказываемых. Ибо ясно, что способность определять размеры результата, недоступного прямому измерению, предполагает знание рода его зависимости от чего-либо, могущего быть измеренным, — предполагает знание того, что отдельный факт, с которым мы имеем дело, есть проявление некоторого более общего факта. Таким образом, объем, до какого доведены наши количественные предвидения в каком-нибудь направлении, указывает глубину, до которой достигло наше знание в этом направлении. Здесь мы можем указать, как на другую сторону того же самого факта, что, переходя от качественного к количественному предвидению, мы переходим от индуктивной науки к дедуктивной. Пока наука чисто индуктивна, до тех пор она чисто качественна; если она неточно количественна, то состоит обыкновенно частью из индукции, частью из дедукции; она становится вполне количественной только тогда, когда она совершенно дедуктивна. Это не значит, однако, что области дедуктивного и количественного одинаковы; ибо очевидно, что часто дедуктивное бывает

чисто качественным. Мы говорим только, что всякое количественное предвидение достигнуто дедуктивно и что индукция может достигнуть только качественного предвидения.

...Что наука и положительное знание необразованного человека не могут быть разделены по их природе и что первая есть усовершенствованная и расширенная форма второго — эти факты должны необходимо лежать в основе всей теории науки, ее прогресса и взаимного отношения ее частей. Всякая история наук будет достаточно неполной, если, оставляя в стороне первые ступени их генезиса, она начинает лишь с тех ступеней, которые приняли определенные формы. Должно считать важным недостатком, если не основной ошибкой, философии наук, рассматриваемых в их взаимной зависимости и развитии, если она пренебрегает исследованием того, как они сделались отдельными науками и как каждая из них развилась из хаоса первоначальных идей. Не только прямое рассмотрение предмета, но все аналогии доказывают, что ключ ко всем последующим усложнениям должно искать на самых ранних и простейших ступенях. Было время, когда анатомия и физиология человека изучались сами по себе, когда анализировали взрослого человека и исследовали отношения частей его тела и их отправлений без всякой связи как с отношениями, проявляющимися в зародыше, так и с соответствующими отношениями в других существах. Теперь, однако, сделалось очевидным, что при таких условиях невозможно никакое верное понятие, никакое верное обобщение. Анатомы и физиологи нашли теперь, что действительная природа органов и тканей может быть определена только тогда, когда будет исследовано их первоначальное развитие; что сродство между существующими родами может быть удовлетворительно указано только путем исследования ископаемых родов, с которыми первые связаны. Если так, то не ясно ли, что то же самое должно быть справедливо по отношению ко всем вещам, подверженным развитию? Разве наука не растет? Разве наука не имеет своей эмбриологии? Не должно ли пренебрежение ее эмбриологией вести к ложному пониманию принципов ее развития и ее настоящей организации?

Итак, есть априорные основания для того, чтобы усомниться в истинности всякой философии наук, которая безмолвно опирается на

общее мнение, что научное знание и обыкновенное знание различны, вместо того чтобы начинать, как бы должно было, соподчинением их одно другому и указанием того, как они постепенно стали отличаться одно от другого. Мы можем ожидать, что обобщения такой философии окажутся существенно искусственными, и мы не ошибемся. Некоторые примеры могут быть удобно приведены здесь как введение к краткому очерку генезиса науки с указанной точки зрения. Мы не можем привести более удобных примеров, как те, которые представляются некоторыми из разнообразных классификаций наук, предлагавшихся в разное время. Рассмотрение всех таких классификаций заняло бы слишком много места; мы должны удовольствоваться только некоторыми из новейших.

...О. Конт замечает, что развитие науки совершенно было разделением труда. Но он совершенно неверно определяет способ, по которому действовало это разделение труда. По его понятию, это было просто распределение явлений по классам и изучение каждого класса отдельно. Он не признает постоянного действия прогресса одного какого-либо класса на все другие классы, а признает это действие только на класс, непосредственно следующий в его иерархическом порядке. ...

...Дело, однако, в том, что разделение труда в науке, подобно разделению труда в обществе и подобно “физиологическому разделению труда” в индивидуальных организмах, было не только специализацией отправлений, но и постоянным вспомоществованием одному отделу со стороны всех других и всем со стороны каждого. Каждый отдельный класс исследователей как бы выделил свой собственный частный порядок истин из общей массы материала, накопленного наблюдением; и все другие классы исследователей пользовались этими истинами, по мере того как они вырабатывались; результатом этого была возможность для каждого успешнее разрабатывать его собственный порядок истин. Так было в различных случаях, на которые мы сослались в опровержение теории Конта. Так было с применением оптического открытия Гюйгенса к астрономическому наблюдению Галилея. Так было с приложением изохронизма маятника к устройству инструментов для измерения промежутков времени, астрономических и других. Так было с открытием, что преломление и рассеяние света следуют не одному и

тому же закону изменения: это открытие имело влияние как на астрономию, так и на физиологию, дав нам ахроматические телескопы и микроскопы. Так было, когда Баддлеево открытие аберрации света дало ему возможность сделать первый шаг к определению движений звезд. Так было, когда опыты Кавендиша над крутильными весами определили удельный вес Земли и таким образом сообщили нам данные для вычисления удельного веса Солнца и планет. Так было, когда таблицы атмосферического преломления дали возможность наблюдателям записывать действительные места небесных тел вместо их видимых мест. Так было, когда открытие различного расширения металлов от теплоты дало нам средства исправлять наши хронометрические измерения астрономических периодов...

Кеплер не открыл бы своих знаменитых законов, если бы не существовало точных наблюдений Тихо Браге; усовершенствованные же орудия, при помощи которых сделаны эти наблюдения, были возможны только после некоторого прогресса в физике и химии. Гелиоцентрическая теория Солнечной системы ожидала изобретения телескопа для того, чтобы установиться окончательно. Чего же лучше, даже величайшее из открытий, открытие закона тяготения, в своем доказательстве зависело от операции, входящей в физику, именно от измерения градуса на земной поверхности. Эта зависимость была так полна, что Ньютон действительно оставил было свою гипотезу, так как длина градуса по тогдашнему определению приводила к ложным результатам, и только после обнаружения Пикаром более точного измерения обратился он снова к своим вычислениям и доказал свое великое обобщение. Эта постоянная взаимность, которую мы, для краткости, указали только в одной науке, имела место и во всех прочих. Во все продолжение развития наук между ними существовала постоянная связь (*consensus*), связь, имеющая общее соответствие со связью способностей в каждом из фазисов умственного развития, так как первые представляют собою объективную летопись субъективного состояния вторых.

С нашей настоящей точки зрения, идея линейного распределения наук становится, таким образом, очевидно несостоятельной. ... Люди принуждены были, располагая в книгах свои планы воспитания и свои системы знания, выбрать тот или другой порядок. Доискиваясь, какой

самый лучший порядок, они естественно пришли к убеждению, что должен существовать порядок, который бы верно представлял факты, т. е. упорствовали в открытии такого порядка; но при этом они вовсе упустили из виду предварительный вопрос: правдоподобно ли, чтоб природа применялась к удобству составления книги. ...

...Метафора, которую Конт так непоследовательно употребил для выражения отношений между науками, “ветви одного ствола”, выражает собою приближение к истине, но не саму истину. Она указывает, что науки имели общее начало, развивались одновременно и наконец время от времени разделялись и подразделялись. Но она не указывает еще более важного факта, что возникавшие таким образом деления и подразделения не оставались особняком, а то там, то здесь прямо и косвенно снова соединялись. Они выходят из одного ствола, дают и принимают в разных направлениях связывающие отпрыски, и эта взаимная связь становится все более тесной, более запутанной и более разветвленной. Повсюду и постоянно являлись более высокие специализации, из которых могли создаваться более широкие обобщения; анализ постоянно углублялся, и тем самым совершенствовался синтез. Всякое расширение обобщений поднимало специализации, всякое совершенствование синтеза подготавливало путь для более глубокого анализа.

...Прежде всего, нужна была установившаяся и организованная социальная система. Ряд записанных затмений, постройка дворцов, употребление весов, занятие металлургией – все это одинаково предполагает сложившуюся и многочисленную нацию. Существование такой нации предполагает не только законы и некоторое отправление правосудия – что, как мы знаем, имело место, – но предполагает даже хорошие законы, законы, сообразные в известной степени с условиями устойчивости общества, законы, установленные вследствие очевидности, что действия, ими запрещающиеся, были опасны для государства. Мы никак не хотим сказать, чтобы все или даже большая часть этих законов были таковы, – мы говорим только об основных законах. Нельзя отрицать, что таковы были законы, касавшиеся жизни и собственности. Нельзя отрицать, что, как бы ни была незначительна их обязательность в отношениях одного класса к другому, они были в значительной степени обязательны для членов одного и того же класса. Едва ли можно

оспаривать, что применение этих законов в среде членов одного и того же класса правители почитали необходимым для удержания подданных в согласии. Но помимо всяких предположений ясно, что обыкновенное признание этих требований в тогдашних законах подразумевает некоторое предвидение общественных явлений. Та же самая идея равенства, которая, как мы видели, составляет основу всех других наук, составляет также основу этики и социологии. Понятие правосудия, которое есть основа этики, и отправление его, составляющее жизненное условие социального существования, невозможны без признания некоторого сходства в человеческих требованиях в силу общей человечности людей. Справедливость (equity) буквально значит ровность (equalness); таким образом, допустив, что в эти первобытные времена существовала хотя самая неопределенная идея справедливости, должно допустить, что существовала некоторого рода оценка равенства свободы людей на добывание себе предметов жизни, а следовательно, определение существенного принципа национального равновесия.

Таким образом, уже на этой начальной ступени положительных наук, прежде чем геометрия успела перейти за несколько эмпирических правил, прежде чем механика пошла далее своей первой теоремы, прежде чем астрономия из чисто хронологического фазиса перешла в геометрический, – наиболее запутанная из наук (социология) достигла известной степени развития, развития, без которого невозможен был прогресс в других науках.

...Указав на это, перейдем к исследованию вопроса о том, как получила свое начало геометрическая астрономия. Первым астрономическим инструментом был гномон. Он не только рано был употребляем на Востоке, но найден был и у мексиканцев; посредством его были сделаны астрономические наблюдения перуанцев. История говорит, что за 1100 лет до Р. Х. китайцы нашли, что на известном месте длина солнечной тени, в летнее солнцестояние, находится в таком же отношении к высоте гномона, как полтора к восьми. Здесь опять мы видим не только то, что инструмент находится готовым, но и то, что природа сама постоянно совершает процесс измерения; всякий укрепленный стоячий предмет – столб, сухая пальма, жердь, угол здания – служит гномоном; и нужно только замечать изменяющееся положение тени, им бросаемой,

чтобы сделать первый шаг в геометрической астрономии. Как незначителен был этот первый шаг, можно видеть из того, что вначале узнаны были только периоды зимнего и летнего солнцестояний, соответствовавшие самой меньшей и самой большей длине полуденной тени, для определения которых стоило только ежедневно отмечать точку, какой достигла тень. Нельзя не заметить, что в наблюдении в какое время в течение следующего года тень снова дойдет до крайнего предела, и в выводе, что Солнце достигло тогда той же самой поворотной точки в своем годовом пути, мы имеем один из самых простых примеров того совокупного употребления равных величин нравных отношений, посредством которого достигается всякая точная наука, всякое количественное предвидение. Когда замечено было отношение между длиной солнечной тени и положением Солнца на небе, явился вывод, что если в следующий год окончательность солнечной тени достигла той же самой точки, то и Солнце заняло то же самое место, т. е. идеи, заключающиеся здесь, были: равенство теней и равенство отношений между тенью и Солнцем в течение нескольких годов подряд.

...В то время когда немногие науки достигли первых ступеней количественного предвидения, прогресс остальных ограничивался только качественным предвидением, необходимо ограничиться указанием, что были сделаны некоторые незначительные обобщения относительно испарения, теплоты, электричества и магнетизма, — обобщения, которые, как бы они ни были эмпиричны, не различались в этом отношении от первых обобщений каждой из наук; что греческие физики сделали успехи в физиологии и патологии, которыми никак нельзя пренебрегать, имея в виду несовершенство нашего настоящего познания; что зоология была настолько систематизирована Аристотелем, что, до некоторой степени, давала ему возможность по присутствию известных органов предсказывать присутствие других; что в Политике Аристотеля есть некоторый прогресс к научному пониманию социальных явлений и разные предвидения относительно таких явлений; и что, наконец, в состоянии греческого общества, равно как и в сочинениях греческих философов, мы можем признать не только возрастающую ясность в понятии равенства, на котором основана социальная наука, но и некоторое признание того факта, что социальная устойчивость зависит от

поддержания справедливых учреждений. Если б позволяло место, мы могли бы, наконец, остановиться на причинах, замедлявших развитие некоторых наук, как, например химии, причем указали бы, что относительная сложность ничего не значит в этом деле, что окисление куска железа есть более простое явление, чем возвращение затмений, что открытие угольной кислоты менее трудно, чем открытие предвращения равноденствий, — но что относительно медленный успех химических познаний был следствием частью того факта, что явления химии не так назойливо представлялись вниманию людей, как явления астрономии; частью того факта, что природа не всегда доставляет средства и не всегда указывает способы исследования, как это делается в науках, занимающихся временем, протяжением и силой частью того факта, что значительной доли материалов, с которыми имеет дело химия, не было под рукой, что они стали известны только через искусства, медленно возраставшие, и, наконец, частью того факта, что химические свойства их не обнаруживаются сами собой, но открываются путем опыта. ...

...Быть может, самого ясного понятия о взаимно обуславливаемомся возрастании наук можно достигнуть рассмотрением развития ремесел и искусств, развития, с которым этот прогресс строго аналогичен и неразрывно связан. В разные времена люди наиболее способные должны были поражаться обширным рядом antecedентов, предполагаемых любым из наших мануфактурных производств. Проследим производство ситца и рассмотрим все, что предполагается этим продуктом. Много нужно было последовательных улучшений, пока ткацкий станок достиг настоящего его совершенства, сюда входит паровая машина, приводящая его в действие и ведущая свою длинную историю со времен Папена; сюда входят токарный станок, на котором был приготовлен цилиндр машины, и ряд старинных орудий, от которых происходит этот станок; сюда входит паровой молот, под которым заварен был шатун ее; сюда входят пудлинговые и доменные печи, каменноугольные копи и железные рудники, доставляющие сырой материал; сюда входят те медленно усовершенствовавшиеся средства и приспособления, при помощи которых фабрика выстроена, освещена и снабжена вентиляцией; сюда входит печатная машина, красильня и лаборатория для приготовления красок с ее запасом материалов со всех

частей света, предполагающих, в свою очередь, возделывание кошенили, порубку кампешевого дерева и разведение индиго; сюда входят инструменты, употребляемые на плантациях хлопка, снаряды для его очистки и сложные машины, которыми он прядется; сюда же относятся корабли, на которых доставляется хлопок и которые предполагают кораблестроение, канатные и парусные фабрики, якорные заводы; помимо же всех этих прямо необходимых условий (из которых каждое заключает в себе много других), нужно иметь в виду те учреждения, в коих приобретаются требуемые сведения, печатание и распространение необходимых известий, наконец, социальную организацию, которая сделала возможным столь сложное участие различных деятелей. Дальнейший анализ показал бы, что многие искусства, участвующие таким образом в экономическом производстве детского платья, в свою очередь, достигли теперешнего состояния своего медленными шагами, при помощи других искусств; такой анализ показал бы также, как с самого начала эта взаимность постоянно возрастала. Впрочем, стоит только принять в соображение, с одной стороны, до какой степени невозможно для дикаря, даже при готовой руде и угле, сделать такую простую вещь, как железный топор; как, с другой стороны, даже сто лет тому назад в Англии, за отсутствием гидравлического пресса, было бы невозможно поднять трубы Британского моста, — чтобы сразу же увидеть, как искусства взаимно зависят друг от друга и как необходимо развитие всех для успеха одного из них. Точно таким же образом науки входят одна в другую. На деле они неразрывно вотканы в ту же самую ткань искусств и только условно независимы. Первоначально наука и практическое искусство составляли одно. Как определить религиозные празднества, когда сеять, как весить товары, каким образом измерить почву — все это чисто практические вопросы, из которых возникли астрономия, механика и геометрия. С тех пор шло постоянное сплетение наук и искусств между собой. Наука снабжала искусства более верными обобщениями и более полными количественными предвидениями. Искусства снабжали науку лучшими материалами и более совершенными инструментами. Эта взаимная зависимость становилась все теснее и теснее не только между наукой и искусством, но и между самими искусствами и между самими науками. Как полно повсюду

выдерживается аналогия, покажется еще яснее, когда мы убедимся, что науки суть искусства одна для другой. Если, как это встречается почти на каждом шагу, факт, анализируемый какой-нибудь наукой, должен быть сперва подготовлен, т. е. освобожден от возмущающих фактов посредством наперед открытых методов других наук; то понятно, что эти другие науки, употребляемые таким образом, стоят в положении искусств...

...Оканчивая здесь наш очерк генезиса науки, мы сознаемся, что далеко не исчерпали всего предмета. Две трудности лежали у нас на пути: первая – необходимость коснуться столь разнообразных вопросов в такой небольшой статье, вторая – необходимость рассматривать в линейном порядке процесс нелинейный, трудность, которой всегда будут подвержены все попытки обозначить процессы развития, каков бы ни был их специальный характер. Исследование о первых ступенях науки подтверждает заключение, извлеченное нами из анализа науки, как она существует теперь, – заключение, что наука не представляет чего-либо отдельного от обыкновенного знания, а есть только отросток его, что она есть расширение восприятия при помощи рассудка. То, что составляет, как показал дальнейший анализ, более специфическую особенность научных предвидений, противопоставленных предвидениям необразованного ума, а именно – их количественность, характеризует одинаково как первые, так и все последующие шаги в науке. Факты и допущения, которые приводились для того, чтоб опровергнуть положение, что науки следуют одна за другой как логически, так и исторически, в порядке их убывающей общности, были усилены различными примерами, какие мы имели под руками; примеры эти показали, что более общие или абстрактные науки делали успехи только вследствие побуждения наук более специальных и конкретных; что более общая наука обязана своим прогрессом представлению новых задач наукой более специальной; в той же мере, как и более специальная наука обязана своим прогрессом решениям, к достижению которых была приведена таким образом более общая наука, что, следовательно, поступательное движение науки шло сколько от частного к общему, столько же и от общего к частному. В совершенном согласии с этим положением, мы думаем, находятся допущения, что науки суть как бы ветви общего

ствола и что первоначально они разрабатывались одновременно. Это стало еще яснее, когда мы показали не только то, что науки имеют один общий корень, но и то, что вообще наука имеет общий корень с языком, классификацией, умозаключением, искусством, что в продолжение всей цивилизации они подвигались вперед вместе, действуя и воздействуя друг на друга точно так же, как это имеет место между отдельными науками, и что, таким образом, развитие ума во всех его делениях и подразделениях сообразовалось с тем самым законом, с каким сообразовалось, как мы показали, развитие наук. Из всего этого мы можем усмотреть, что науки не с большим удобством могут быть распределены в последовательный ряд, нежели язык, классификация, умозаключение, искусство или одна какая-нибудь наука; что хотя ряд может быть удобен для книг и каталогов, но его нужно признавать только как удобство, и что, наконец, установление иерархии далеко не есть обязанность философии наук; напротив, ее долг состоит в том, чтобы показать, что ни одно из линейных распределений, какие необходимы для ученых целей, не имеет никакого основания ни в природе, ни в истории.

Есть еще одно замечание, которое мы не должны опустить, – это замечание касательно важности вопроса, разбираемого здесь. К несчастью, обыкновенно случается, что предметы с таким абстрактным характером пренебрегаются, как не имеющие практической важности; и мы не сомневаемся, что многие будут почитать весьма маловажным то, какая теория относительно генезиса науки может быть принята. Но значение истин часто бывает соразмерно широте их общности. То же должно быть и здесь. Правильная теория исторического развития наук, когда бы она ни была установлена, должна иметь громадное влияние на воспитание, а через воспитание и на цивилизацию. Расходясь с Контом во многих других отношениях, мы согласны с ним в том мнении, что воспитание индивида, правильно веденное, должно иметь некоторое соответствие с развитием расы.

Г. Спенсер. Опыты научные, политические и философские.

// www.mirrabot.ru.

Сергій Кримський

Кримський Сергій Борисович – доктор філософських наук, професор, лауреат національної премії ім. Т. Г. Шевченка, заслужений діяч науки і техніки України, головний науковий співробітник Інституту філософії НАН України. Народився в 1930 р. у м. Артемовську (Донбас). У 1955 р. закінчив філософський факультет Київського державного університету.



У 1962 р. захистив кандидатську, а в 1974 р. – докторську дисертацію. З 1958 р. і донині працює в Інституті філософії НАН України.

Викладав у Києво-Могилянській Академії, у Гуманітарному Центрі при Президії НАН України та ін. Активно брав участь у загальносоюзному русі “Логіка і методологія науки” у колишньому СРСР, брав участь в обґрунтуванні групою академіка П.В. Копніна особливого напрямку в аналізі наукового знання. Розробляв логічні принципи трансформації наукових теорій, процедури інтерпретації, типологію раціональності та її основоположення, питання неklasичної теорії пізнання та епістемології культури. Автор 11-ти монографій з проблем методології і культурології науки, у тому числі таких, як “Генезис форм і законів мислення” (1962), “Наукове знання і принципи його трансформації” (1974), “Раціональність у науці і культурі” (1989 у співавторстві), “Філософія як шлях людяності і надії” (2000), “Запити філософських смислів” (2005), “Експлікація філософських смислів” (2006).

Ми наводимо тут фрагменти з його монографії 2005 року.

С. Б. Кримський. Наука як феномен цивілізації (2005)

Людина, як ми бачили, характеризується невичерпним колом визначень, у тому числі здатністю проектування свого майбутнього і, відповідно, отриманням від нього інформації. Можливість такої діяльності випливає з фундаментальної риси людського існування – непереборного потягу до істини. Людина – єдина істота, яка має абсолютну потребу в істині, в яких би примарних формах ця потреба не здійснювалась.

Істина завжди була найбільш збуджуючим, “мутагенним” чинником людської історії, під гаслом якої проходили радикальні зрушення історичного процесу, повстання, реформи, революції. Якась незбагненна сила підводила криваві, злокаверзні та свавільні діяння людей під, хай примарний, але неодмінно привабливий ідеал істини. Раціональною формою цього ідеалу і виступає наука, з усіма корисними та бентежними наслідками свого впливу на людську цивілізацію.

Наука має свою “малу батьківщину” в Європі, але з самого початку заявляє про себе як про універсальну силу, ареною якої може бути весь світ. Це особливо чітко виявляється в нашу епоху глобалізації, що, фактично, стала парадигмацією європейської цивілізації в параметрах науково-технічної революції як умови виживання в сучасному світі. У часи глобалізації наука і перетворюється на свого роду “нервову систему” планетарної цивілізації, на її керуючий підрозділ.

У цих умовах функції науки універсалізуються. Вона проникає усі клітини сучасного соціуму від сфери виробництва та споживання до легітимізації богословських дисциплін (про що, зокрема, свідчить діяльність Ватиканської Академії наук). У результаті кордони того, що можна назвати наукою розпливаються і в довідниках та енциклопедіях мають місце різні тлумачення цього феномену, широту яких можна порівняти лише з об’ємом визначень людської діяльності. І тому загальною, об’єднуючою тезою дослідників виступає твердження, що наука – це те, чим займаються професійні вчені. Відповідно, на перший план виступає визначення науки як безкомпромісного пошуку істини.

Наведене визначення є вірним, якщо мати на увазі науку як соціальний інститут з його парадигмами, кодексом наукової коректності, способами прийняття тверджень, гідних корпоративним цінностям, та специфічною мовою. Але це не виключає аналізу гносеологічних параметрів наукової діяльності. З цього боку науку можна визначити як виробництво та систематизацію знань про закономірності існуючого засобами теоретичного обґрунтування і емпіричного випробування та перевірки пізнавальних результатів для розкриття їх об’єктивного змісту (істинності, достовірності, інтерсуб’єктивності). Ці засоби передбачають різні варіанти використання теорій, концепцій, математичних екстраполяцій, дедуктивних структур взагалі, форм фактуальності

(даних спостережень, експерименту, індуктивних висновків, досвіду як такого), або сукупного застосування вказаних форм дослідження в залежності від дисциплінарної інститутизації наукового знання.

Наука характеризується методологічним усвідомленням процесів формування та конституювання знання, що спирається на загальнонаукові та специфічні методи (якісного та кількісного аналізу, класифікації та вимірювання, формалізації та моделювання, історичного дослідження в його еволюційних та структурно-трансформаційних варіантах тощо). Наука будує моделі, що імітують поведінку об'єктів, допускають математичну обчислюваність та передбачуваність їх поведінки; вживає інтерпретаційні акти усвідомлення даних дослідження та нормативні процедури їх пояснення й опису.

Ідеалом науки є строгість (наявність стандартів достовірності). Доказовість, інтерсуб'єктивність знання, спрямованість на посилення прогностичної сили теорій, їх евристичності та практичної ефективності. Базовими Принципами науки є детермінізм, визнання об'єктивних закономірностей; ідея елементаризму (наявності вихідних складових одиниць типу атомів, чисел, хімічних елементів, біологічних видів чи архетипів) та трансформізму (визначення об'єктів через аналіз їх змін); вимога відтвореності досліджуваних ефектів за наявністю відповідних умов. До базової складової науки відносяться також канони раціоналізму з його припущенням інтелектуальної розмірності буття та всевладності розуму, вищою інстанцією якого виступає логіка та математика. До базових передпомилок науки належить і визнання сталої цінності істинних результатів пізнання, спадкоємності його найвищих досягнень.

Принциповою для науки є ідея математичності природи, “переконання, – за формулюванням А. Ейнштейна, – що природа є здійсненням того, що математично простіше можна собі уявити”. Звідси навіть впливає інституційна демаркація науки від інших систем пізнання за ознакою використання мови математики.

Нарешті, методологічно базовим для науки є доведення детермінізму та визнання об'єктивності законів природи до розкриття наявності універсальних законів, що припускають певну єдинообразність дії закономірностей об'єктів пізнання, тобто типові порядки явищ як передумову їх узагальнень. Підкреслюючи цю обставину А. Пуанкаре

стверджує, що якби кількість хімічних елементів у будові речовини вимірювалась не десятками, а мільярдами одиниць, та до того ж вони розподілялись би рівномірно в природі, то тоді майже кожне підняте каміння з великою імовірністю містило б невідомі для нас елементи. В результаті все те, що ми знали б про інші каміння було б неможливо застосувати для пізнання вибраного камінця. При відсутності єдинообразних причинних порядків, пише А. Пуанкаре, “перед кожним новим предметом ми стояли би, як новонароджена дитина; і як вона не могли б підкорятись тільки нашим капризам і потребам. У такому світі не було б науки”.

Отже, наука передбачає не тільки складну систему ґносеологічних процесів, ідеалів, підходів, але й низку онтологічних припущень, не кажучи вже про дисциплінарні механізми її соціальної організації. Зрозуміло, така неординарна система потребувала довгого шляху свого формування. Вона не з’явилась водночас з появою історично перших цивілізацій, подібно до того, як виникає мистецтво, мораль, релігія, філософія. Генетично наука проходить через фазу накопичення технологічного досвіду, фазу перед-науки, стадію диференціації від філософії, затвердження своєї легітимності відносно спекулятивного мислення та чисто практичних навичок.

У стародавньому Єгипті науки ще не було, хоч єгипетська цивілізація епохи фараонів використовувала значний обсяг астрономічних відомостей та спостережень, досвід геометричного обчислювання земель та медичних досягнень (аж до успішної трепанації людської голови). Але це були тільки практичні навички чи технологічні прийоми, позбавлені теоретичного узагальнення та причинного пояснення.

Теорія виникає тільки в античній Греції, мислителі якої прийшли до висновку, що з деяких, старанно вибраних, наочних, самоочевидних та простих істин (типу: пряма лінія – найкоротша відстань між двома точками), можна дедуктивно, через логічну техніку вивести значну кількість неочевидних, але евристичних тверджень. Таке виведення з обраних принципів неочевидного знання було назване теорією. Саме воно й дозволило сформулювати нову дисципліну – геометрію Евкліда.

Значимість відкриття феномену теорії, зокрема, її дедуктивної форми важко переоцінити. Тут людство знайшло спосіб подолання

безконечності висловлювань, речень, яку породжувала конечна кількість слів мови. Вперше з'явилась можливість розбити безконечність висловлювань на два класи: на невелику множину вихідних висловлювань і потенційно нескінченну множину похідних положень, які одержувались за механізмом логічного висновку. Тим самим, крім знання з фактів, яке утворює емпіричний досвід, з'явилося знання з принципів, яке затверджує світ теорій. Так у стародавній Греції виникають передпосилки науки, але не наука в сучасному розумінні.

Греки, хоч і почали ставити окремі експерименти (як це робив Архімед), але не створили експериментального методу, не надавали експериментальним дослідженням принципового значення. Тому відносно античної епохи і можна стверджувати появу переднауки.

Наука в сучасному сенсі виникає в Європі XVI столітті, що знаменувалось коперніканським переворотом, який зламав апологетику антропоцентризму та всемогутності “здорового глузду”. Затвердження системи Коперніка здійснило, типово для науки, пояснення видимого через невидиме та поставило під сумнів доказовість здорового глузду. Виявилось, що не сонце ходить навколо Землі, як про це свідчить безпосередній погляд на небо, а навпаки. Земля рухається навколо центрального світила, як це доводить математична теорія. Правда, система Коперніка спочатку сприймалась як зручний спосіб розрахунків і лише після емпіричного обґрунтування Галілеєм набуває науковий статус в XVII столітті. Тут і окреслюється історична межа виникнення науки: поєднання евристичності теорій з доказовістю емпіричного дослідження.

Умоглядне та фактологічне завжди були в колі пізнавальних процесів. Але наука виникає в зоні поєднання теоретичного засвоєння того можливого світу, який визначається надчуттєвими закономірностями з матеріалом досвідних, наочно фіксованих даних, систематизованого спостереженнями та експериментом актуального буття. Тим самим людство вперше відкрило для себе продуктивність та перспективність рівноваги пізнавальних сил теоретичного та емпіричного.

Експлуатація можливого, розробка сфер потенційного буття, яку відкрила наукова теорія та конструктивні здатності емпіричного дослідження, що перекладає потенційне в актуальне, розширили умови

створення штучного середовища життя аж до формування техносфери людства. Отже наука виникає як пізнавально-регулятивний механізм співвідношення природного та штучного в цивілізації.

Наука є результатом розвитку тих цивілізацій, які переходять від культу природного до культу штучного. Тому вона не виникає на Сході, де традиційно освячувалось природне буття, але привноситься в східні країни з Європи. Проте, відмова від культу природи була обтяжена і певними загрозливими обставинами. Наука теоретично засвідчує розкол між природним та штучним, проміжок між якими стає джерелом можливих помилок та, навіть, в перспективі – технологічних катастроф.

Наукове знання з одного боку є альтернативою помилкових рішень, свого роду чатуванням помилок, але з іншого – відкриває шлях у позамежові сфери, що обтяжені небезпекою промаху, неосвіченого втручання. Генеза науки супроводжується ризиком непередбачених наслідків десакралізованого знання, знання, яке не легітимізовано Богом. Тому А. Уайтхед бачить знакову ситуацію в тому, що саме в століття затвердження науки як нової соціокультурної сили пролунав заклик Олівера Кромвеля: “Брати мої, нутром Христа, умовляю вас, пам’ятайте, що ви можете помилитись”.

Наука є рафінованим виразом людського знання, в його найбільш довершений, логічно систематизованій формі. У цьому знанні особливого значення (поряд з вимогами емпіричної достовірності та чіткої визначеності концептів) набуває процедура логічного виведення. Навіть об’єкти наукового знання виступають в ідеалізованій формі і будуються за схемами підведення теоретичних висновків під експериментальні ситуації. Наукове знання відрізняється феноменом кумулятивності (ущільнення та оптимізації) інформації, що обумовлено жорсткими логічними структурами та схемами його організації. Для нього є характерним введення певних канонів пояснення та процедур опису.

Істотною особливістю наукового знання є введення правил осмисленості, які задаються парадигмами та нормами прийняття наукових тверджень у професійному середовищі. Вони дозволяють певною мірою відсіювати висловлювання з істинним антицедентом від виразів, що містять хибний антицедент. У більш широкому плані правила

осмисленості регулюють міру вписування результатів дослідження в наукову картину світу, чи в систему цивілізації загалом. Історичним прикладом тут може служити відкриття ірраціональних чисел піфагорійцями. Існування таких чисел настільки суперечило античному розумінню гармонії світу, що піфагорійський союз засекретив це відкриття як шкідливе. І коли один з піфагорійців проговорився про нього, його оголосили померлим і навіть збудували йому могилу. Теоретично осмислено ірраціональні числа одержали лише в новоевропейській науці, як законний об'єкт наукової картини світу.

Аналогічно спрацьовують правила осмисленості наукового знання і відносно можливостей руху зі швидкістю, що перебільшує швидкість світла. У деяких модельних ситуаціях сучасних фізичних досліджень така можливість заявляє про себе, але вона поки що оцінюється як нереалістична в смисловому полі наукової картини світу. З погляду правил осмисленості необхідними виявляються в сучасній науці і вимоги фінітності, кінцевого уявлення безкінечних феноменів.

Логічний лад наукового знання визначається теоретичним освоєнням сфери можливого та усвідомленням кордонів неможливого для певних наукових побудов. Усвідомлення обмежень та заборон чітко відрізняє наукове знання від усіх інших гносеологічних явищ; і, насамперед, від дилетантизму та псевдонауки.

Принциповим критерієм науковості є принцип об'єктивності в знанні. Він не має безпосереднього відношення до філософського матеріалізму чи ідеалізму, а втілює специфічний тип дослідження, коли умовою науковості виступає подання предмету дослідження в об'єктивованому вигляді; незалежно від того матеріальні чи ідеальні феномени досліджуються.

Показовою в цьому відношенні була полеміка в журналі "Вопросы философии" в 70-х роках між московськими філософами Д. Дубровським та Е. Ільєнковим. Останній стверджував, що ідеальне знаходиться не в голові людини, а постає як грандіозна система заміщень одних об'єктів іншими в складі культури. Всупереч цьому Д. Дубровський наводив нейрофізіологічні данні про те, що ідеальне формується саме в людському мозку. Істина ж полягала в тому, що генетично ідеальне

дійсно пов'язане з роботою людської голови, але науково може вивчатись тільки в тому об'єктивованому вигляді, яке задано системою культури.

Критеріальною ознакою науковості є максимальне відволікання від суб'єкта. Закони механіки, наприклад, формулюються таким чином, що для них придослідженні траєкторії тіл не має значення, що падає – яблуко, чи воднева бомба.

Звичайно, дослідника як суб'єкта не можна повністю відсторонити від аналізу об'єкта. Тому в науковому пізнанні об'єктивність розглядається з погляду інтерсуб'єктивності, тобто тієї об'єктивності, яка може бути закладена в позиції суб'єкта. “Наука в сучасному розумінні, – пише з цього приводу американський вчений Дж. Грант, – означає проект здобутку об'єктивного знання, який розробляє розум”. З погляду розуму цей проект означає виклик усіх речей у світі на суд суб'єкта та розслідування їх буття з тим, щоб вони самі видали нам причину, чому вони об'єктивно такі, якими існують.

Отже, об'єктивність розгляду як критерій науки (на відміну від мистецтва, де предметом зображення виступає позиція суб'єкта) – це специфічний тип відношення до буття, який в певному аспекті обмежує пізнання, хоч і робить його науковим. Існує, наприклад, небезпека безпристрасного, незацікавленого підходу до людської самості чи психіки.

Важливим критерієм науковості є введення причинної матриці пояснення явищ. Наука радикально відмежовується від принципу *post hoc, ergo propter hoc* (після цього, отже внаслідок цього), який є притаманний побутовій ментальності, і оголошує позиції аналізу закономірностей, що розкривають причинно-наслідкові схеми досліджуваних подій. Там, де відбувається науковий аналіз, там завжди шукають причини (речові, енергетичні чи інформаційні), тобто мотивовані певними закономірностями, чинники, підстави, агенти споглядальних наслідків. Такий пошук не здійснюється в прямому розумінні в математиці, оскільки вона виступає як певна мова, але математика розробляє апарат причинного аналізу у вигляді теорії функцій та теорії ймовірностей.

У реальності, як відомо, існують рівноімовірні явища, співпадання рівночастотних подій. І людство виробило собі моделі співпадання таких рівночастотних ситуацій у вигляді певних побутових прикмет. Скажемо, імовірність зустрічі чорної кішки може дорівнювати імовірності певних побутових негараздів. Але це не значить, що кішка є причиною таких негараздів. Наука залишає подібні висновки на совісті прибічників марновірства. Вона досліджує рівночастотні події лише в тому разі, коли вони складають певну статистику, що виражає закономірності, а не прикмети марновірства. Імовірнісний, статистичний аналіз науки є формою детермінізму, зокрема він може стосуватись механізмів зв'язку причин та наслідків. Отже, пошук причинного пояснення є атрибутивним для визначення наукового підходу.

Не менш істотним критерієм такого підходу є принцип ідеалізації. Адже наука досліджує явища, так би мовити, в чистому вигляді, відволікаючись від дрібниць та усього такого, що заважає виявити типові, істотні, принципові ознаки чи риси закономірного протікання процесів. Граматика, наприклад, вивчає синтаксис фрази не у вигляді тих речень, які у творах Л. Толстого чи М. Пруста займають цілі періоди текстів, а в зручній для логічного структурування суб'єкт-предикативній формі.

Знаменним у цьому відношенні може бути приклад з лекцією Анрі Пуанкаре, який погодився виступити на першому паризькому з'їзді модельєрів одягу, вважаючи, що кроїння тканини є топологічною задачею. Коли стало відомо про лекцію знаменитого математика на тему з кроїння одягу, модні жінки Парижу з'явилися на з'їзді модельєрів. Пуанкаре почав свою лекцію так: "Припустимо, – сказав він, – що людина має форму кулі". Після цього жінки зразу ж покинули лекційну залу, хоч Пуанкаре застосував типовий для науковця прийом – взяти найпростіший випадок, а потім введенням коефіцієнтів поправок дійти до врахування складних форм людського тіла.

Звичайно, такі процедури створюють значну несхожість картини ідеалізованих об'єктів з наочною дійсністю, що є предметом чуттєвого споглядання. Щоб переконатись у цьому досить порівняти зоровий образ блискавки, що освітлює драматургію хмар та супроводжується

громом небесним, з моделлю цієї блискавки в науковій теорії, де вона зводиться до електричного розряду того ж гатунку, що й сходження електроденсціалів з предметів хатнього вжитку. Проте, ідеалізація дозволяє піднятися над емпірією у світ потенційного, який є необтяженим чуттєвою конкретністю, і тим самим вловити істотні риси процесів, їх закономірності.

Ідеалізація як критеріальна ознака наукового знання є контрастною побутовому підходу Шерлока Холмса, для якого стає важливою кожна купка попелу чи відбиток черевика. Адже його цікавить пошук автора цих дрібниць, а не причини кримінальних злочинів взагалі, тобто феномен фактів, а не закони, не анонімний тип абстрактного уявлення, що не має конкретного обличчя, а реальний індивід, якому можна пред'явити ордер на арешт. Складним за проявами дії є такий критеріальний чинник наукового знання, як принцип простоти в тій формі, яку пропонує так звана "бритва Оккама". Вона стосується імперативу наукової коректності – "не помножувати сутностей". Це формулювання вказує на те, що при можливості пояснення певних явищ однією підставою не потрібно вводити доповняльні сутності. При всій, здавалось би, природності такого імперативу, він має серйозне та далекосяжне світоглядне значення.

У свій час "бритва Оккама" була чи не найбільш очевидною аргументацією на користь науки в її протистоянні релігії. Адже, якщо можна пояснити оточуючий світ, виходячи з самої природи, то непотрібно вводити доповняльні сутності на зразок абсолютного духа, чи Бога. Зараз ми знаємо, що справа з розмежуванням науки та релігії значно складніша, але "бритва Оккама" зберігає своє першорядне значення в боротьбі з паранаукою та дилетантизмом.

У сучасній науці всякі пояснення загадкових феноменів "пришельцями" з космосу чи невідомими біоенергетичними полями завжди будуть залишатись на периферії наукових припущень, поки не вичерпані ресурси пояснення внутрішніми чи знайомими чинниками.

І, нарешті, ідеологічним виразом демаркації наукового знання від лженауки чи авторитарності побутового досвіду є істотна самокритичність науки, пафос безжалісного випробування будь-яких привабливих положень експериментальною перевіркою чи непереборними та

жорстокими фактами. Як засвідчував видатний американський фізик Р. Фейнман, вищою гідністю вченого є зусилля зробити все для спростування самого себе. І тільки те, що витримує хвилю критики, здатне набути чинності наукового феномену.

Отже, наука конститується як система знання з неодмінною підсистемою заборон, норм, вимог свого функціонування. Але наука є не тільки результативним виразом знання, а й процесом його здобуття....

Кримський С.Б. Запити філософських смислів. –
К.: Вид. ПАРАПАН, 2003. – С. 148–157

Маріо Бунге



Бунге (Bunge) Маріо (н. 1919, Буенос-Айрес) – відомий аргентинно-канадський філософ, професор Мак-Гільського університету (Монреаль, Канада), фахівець в галузі сучасних проблем філософії, методології та основ науки. Автор більше 70 книг з цих питань. Серед них вітчизняному читачеві відомі такі книги, як “Причинність” (1962), “Інтуїція і наука” (1967), “Філософія фізики” (1975). Сфера його наукових інтересів – головним чином питання семантики та онтології наукового знання, теорії систем і т.п. Свої філософські позиції характеризував як “критичний реалізм”. У роботі

“Співвідношення психічного і тілесного” (“The mind-body problem”, 1980) оголошує себе представником “емерджентського матеріалізму” і розглядає свідомість як “емерджентське” породження розвинутої матеріальної системи – мозку – у її взаємодії з природним і соціальним оточенням.

Ми наводимо тут фрагмент з його книги “Наукове дослідження” 1967 року, у якому йдеться про найбільш загальні риси науки як особливого типу знання та особливого типу діяльності.

M. Bunge. The Scientific Approach (1967)

Science is a style of thinking and acting – indeed, the most recent, universal, and rewarding of styles. As with all human creations, we should distinguish in science the work – research – from its end product – knowledge. In this Chapter we shall take a look both at the overall pattern of scientific research – the scientific method – and at its aim.

1.1. Knowledge: Ordinary and Scientific

Scientific research starts with the realization that the available fund of knowledge is insufficient to handle certain problems. It does not begin from scratch because investigation deals with problems and no question can be asked, let alone answered, outside some body of knowledge: only those who see can see that something is missing.

Part of the background knowledge from which every research starts is ordinary, i.e. nonspecialized knowledge, and part of it is scientific, i. e. it has been obtained by the method of science and can be rechecked, enriched, and eventually superseded by the same method. As research proceeds it corrects or even rejects portions of the fund of ordinary knowledge. Thereby the latter is enriched with the results of science: part of today's commonsense are yesterday's results of scientific research. Science, in short, grows from common knowledge and outgrows it: in fact, scientific research begins at the point where ordinary experience and ordinary thought fail to solve problems or even to pose them.

Science is not just a prolongation or even a mere refinement of ordinary knowledge in the way that the microscope extends the reach of unaided vision. Science constitutes a knowledge of a special kind: it deals primarily, though not-exclusively, with unobservable events unsuspected by the uneducated layman, such as the evolution of stars and the duplication of chromosomes; it invents and tries conjectures beyond common knowledge, such as the laws of quantum mechanics or those of conditioned reflexes; and it tests such assumptions with the help of special techniques, such as spectroscopy and the control of gastric juice, which in turn require special theories.

Consequently common sense cannot be an authoritative judge of science, and the attempt to evaluate scientific ideas and procedures in the light of ordinary knowledge alone is preposterous: science elaborates its own canons of validity and, in most subjects, is far ahead of common knowledge, which is more and more becoming fossil science. Imagine a physicist's wife rejecting her husband's theory of elementary particles because it is unintuitive, or a biologist sticking to the hypothesis of the inheritance of all acquired characters because it fits common experience concerning cultural evolution. The moral for philosophers should be clear: Do not try to bring science down to ordinary knowledge but rather learn some science before philosophizing about it.

The radical discontinuity between science and common knowledge in most respects, and particularly as regards method, should not blind us to their continuity in other respects, at least if common knowledge is limited to the opinions held by the so-called sound common sense. In fact, both sound common sense and science attempt to be *rational* and *objective*: they are

critical and seek coherence (rationality), and they fry to fit the facts (objectivity) rather than indulging in uncontrolled speculation.

But the ideal of rationality, namely the coherent systematization of grounded and testable statements, is achieved by theories – which are the core of science rather than of common knowledge, which is an accumulation of loosely related bits of information. And the ideal of objectivity, namely the building of true impersonal images of reality, can be realized only by transcending the narrow limits of daily life and private experience: by abandoning the anthropocentric viewpoint, by hypothesizing the existence of physical objects beyond our poor chaotic impressions, and by testing such assumptions via intersubjective (trans-personal) experiences planned and interpreted with the help of theories. Common sense can achieve only a limited objectivity because it is much too closely tied to perception and action, and when it does transcend them it is often in the form of myth: science alone invents theories that, while not limited to summarizing our experiences, are tested by the latter.

An aspect of the objectivity shared by sound common sense and science is *naturalism*, i.e. the refusal to countenance nonnatural entities (e. g., disembodied thinking) and nonnatural sources or modes of cognition (e.g., metaphysical intuition). But common sense, suspicious as it is of the unobservable, has on occasion had a crippling effect on scientific imagination. Science, on the other hand, is not afraid of the unobservables it hypothesizes as long as it can keep them under control: indeed, science has uncommon (yet neither esoteric nor infallible) means for testing such assumptions.

A consequence of critical alertness and of the naturalistic rejection of esoteric modes of cognition is *fallibilism*, i.e. the recognition that our knowledge of the world is provisional and uncertain – which does not exclude scientific progress but rather demands it. Scientific statements, no less than those of common experience, are opinions – only, enlightened (grounded and testable) opinions rather than arbitrary dicta or unchecked gossip. What can be proved beyond reasonable doubt are either theorems of logic and mathematics or trivial (particular and observational) statements of fact, such as “This volume is heavy”.

Statements covering immediate experience are not inherently incorrigible but are seldom worth doubting: although they are conjectural,

in practice we handle them as if they were certain. Precisely for this reason they are scientifically uninteresting: if common sense can handle them why resorting to science? This is the reason why there is no science of typewriting or of car driving. On the other hand, statements covering more than is immediately experienced are doubtful and therefore often worth being checked, rechecked and given a ground. Only, in science doubt is creative rather than paralyzing: it stimulates the search for ideas accounting for the facts in a more and more adequate way. In this way an array of scientific opinions with unequal weight is generated: some are better grounded and tested than others. Accordingly, the skeptic is right when he doubts anything in particular, wrong when he doubts everything alike.

In short, scientific opinions are rational and objective like those of sound common sense – only, much more so. What else, if anything, gives science its superiority over common knowledge? Surely not the substance or subject matter, since one and the same object may be approached either nonscientifically, or even antiscientifically, or in the spirit of science. Thus, e.g., hypnosis may be dealt with ascientifically, as when case histories are described without the help of either theory or experiment. It may alternatively be regarded as a supernormal or even supernatural fact in which neither the sense organs nor the nervous system are involved: i.e., as a result of a direct intermind action. Finally, hypnosis may be approached scientifically, i.e. by framing conjectures about the physiological mechanism underlying hypnotic behavior, and by controlling such assumptions in the laboratory. In principle, then, the object or subject matter does not mark science off from nonscience, even though certain problems, e.g. those of the structure of matter, can hardly be stated outside a scientific context.

If the “substance” (object) cannot be distinctive of all science, then it must be the “form” (procedure) that is: the peculiarity of science must reside in the way it operates to attain a certain end – i.e., in the scientific method and in the aim to which this method is directed. (Caution: ‘scientific method’ should not be construed as a set of mechanical and infallible instructions enabling the scientist to dispense with imagination: it is not to be interpreted either as a special-technique for handling problems of a certain kind. The method of science is just the overall pattern of scientific research.) The *scientific approach*, then, is made up of the *scientific method* and of the *goal* of science.

Let us take a glimpse at the scientific approach – not, however, without first trying our forces on some of the following problems.

1.2. Scientific Method

A method is a procedure for handling a set of problems. Every kind of problems requires a set of special methods or techniques. The problems of knowledge, by contrast to those of language or action, require the invention or the application of special procedures bearing on the various stages of problem handling, from the very statement of problems all the way down to the control of the proposed solutions. Examples of such *special methods* (or *techniques*) of science are triangulation (for the measurement of large distances) and the recording and analysis of brain waves (for the objectification of brain states).

Every special method of science, then, is relevant to some particular stage in the scientific investigation of problems of a certain kind. The *general method* of science, by contrast, is a procedure applying to the whole cycle of investigation into every problem of knowledge. The best way to learn how the scientific method works is to engage, with an inquisitive attitude, in some scientific research broad enough to ensure that the special methods or techniques do not overshadow the general pattern. (Becoming a specialist in some stage of scientific work, such as measuring, is far from sufficient to acquire a clear grasp of the scientific method: moreover, it may foster the idea that there is a plurality of disconnected methods rather than a single pattern underlying all the techniques.) The next to the best way is to become acquainted with a piece of research – not just with its more or less perishable outcome but with the whole process, starting with the questions that originally prompted the research).

Suppose we ask the question ‘Why do different human groups use more or less different languages?’. A simple answer to this question – i.e. an explanation of the empirical generalization that different human groups tend to speak differently – is provided by any myth such as, e.g., the original diversity of ready-made tongues. A scientific investigator of our problem will be suspicious of simple explanations and will start by critically examining the problem itself. In fact, the question presupposes an empirical generalization that might be in need of refinement: what groups are those that speak differently: ethnical groups, social groups, professional groups? Only

a preliminary investigation into this prior question can lead us to a more precise formulation of our original problem.

Once such a more precise statement of the problem has been found, a number of guesses will be offered: some regarding the geographical determination of such language differences, others the biological factors, others the social ones, and so on. These various assumptions will then be tasted by checking their observable consequences. Thus, e.g., if the kind of occupation is in fact a major determinant of linguistic differences (hypothesis), then occupational groups composed of otherwise similar individuals should speak distinctive jargons (testable consequence).

A number of data will have to be gathered in order to decide which, if any of the above conjectures, is true. And, whenever possible, the data will have to be scientifically certifiable, i.e. obtained and rechecked if necessary by scientific means. For example, random samples of occupational groups will have to be studied in order to minimize the effects of possible bias on the choice of subjects. The merits of the various hypotheses so far proposed will then be evaluated, and in the process some new conjectures may be suggested.

Finally, if the investigation has been careful and imaginative, the solution to the original problem will raise a cluster of new problems. In fact, the most important pieces of research, like the best books, are the most thought-provoking rather than the most thought-blocking ones.

In the above example we may disclose the chief stages of the way of scientific research – i.e. the main steps in the application of the scientific method. We discern, in fact, the following ordered sequence of operations:

1. Ask well-formulated and likely fruitful questions.
2. Devise hypotheses both grounded and testable to answer the questions.
3. Derive logical consequences of the assumptions.
4. Design techniques to test the assumptions.
5. Test the techniques for relevance and reliability.
6. Execute the tests and interpret their results.
7. Evaluate the truth claims of the assumptions and the fidelity of the techniques.
8. Determine the domains in which the assumptions and the techniques hold, and state the new problems raised by the research.

Are there rules for the adequate execution of the above operations? That is, are there effective directions for handling scientific problems? There certainly are some, though nobody has drawn an exhaustive list and everybody should be reluctant to do it after the failure of the philosophers who, from Bacon and Descartes onwards, have professed to know the infallible rules for the direction of inquiry. For the sake of illustration we shall mention and exemplify some quite obvious rules of scientific method; further rules will be found scattered in the rest of the book.

R1. State your problem precisely and, in the beginning, specifically. For example, do not ask just ‘What is learning?’, but pose a wellcircumscribed question such as, e.g., ‘Do albino rats learn maze tasks gradually or by little jumps?’

R2. Try definite and somehow grounded conjectures rather than non-committal or wild hunches: risk hypothesizing definite relations among clear-out, variables, and such that they do not conflict with most of our scientific heritage. For example, do not rest content with assuming that it is possible to learn on a single trial but assume, e.g., that one-trial learning of orientation in a T-maze has a definite probability.

R3. Subject your assumptions to tough tests rather than to soft ones. For example, in testing the single-trial learning hypothesis do not assign your subjects not tasks for which they are already prepared and do excuse negative results: assign new tasks and accept all the evidence.

R4. Do not pronounce true a satisfactorily confirmed hypothesis: regard it as, at best, partially true. For example, if you have obtained an empirical generalization concerning the probabilities of learning a given task on a single trial, on a second one, and so on, regard your statement as corrigible by further research.

R5. Ask why the answer should be as it is and not otherwise: do not stop on finding data-fitting generalizations but try to explain them in terms of stronger laws. For example, pose the problem of finding the neural mechanism responsible for learning on a first presentation: this will integrate your behavior research with biology.

These and other rules of scientific method are far from being infallible and therefore in no need of improvement: they have grown along scientific research and are – let us hope – perfectible. Moreover, we must not expect

the rules of scientific method to replace intelligence by patient drilling. The asking of astute and rewarding questions, the building of strong and deep theories, and the design of delicate and original tests are not rule-directed activities: if they were, as some philosophers have supposed, everyone could conduct scientific research and computers could be turned into investigators instead of being research tools. Scientific methodology can give some hints and it does supply means for spotting mistakes, but is no substitute for original creation and does not spare us all mistakes.

Table manners are more or less conventional and local; consequently it would be difficult to validate or invalidate them in an objective manner, i.e. the rules of scientific investigations? They are clearly universal: indeed there is nothing, not even philosophy, as universal as science. But are those rules justifiable? They certainly have a *pragmatic justification*: although they are not infallible, no other rules are known to be better conducive to attaining the goal of science – the building of the truest possible conceptual models of the patterns of things.

But surely that is a poor justification. First, because the application of the scientific method yields, in the best of cases, approximate truths. Second because a rule that is justified by its success but is not integrated with the body of scientific knowledge hangs in the air and cannot meet the challenge of nonscientific procedures – such as divination – for the advancement of knowledge. In other words, we would like a theoretical justification of the scientific method in addition to its pragmatic justification. By the *theoretical justification* of a rule (or norm, or prescription, or direction) we shall understand: (i) the validation of the rule's presuppositions – i.e., showing that what the rule takes for granted is consistent with the known laws; and (ii) showing that the given rule is compatible with the other members of the set of rules – in this case, the scientific method. In short, a rule will be regarded as theoretically justified if, and only if, it is both *grounded* and *systematic* (a member of a consistent system of rules).

In the case of the rules of the scientific method we want them to make up a system of norms based on, or at least consistent with, the laws of logic and the laws of science, not only with the desiderata of research. Thus, the rule "State your problem precisely" clearly presupposes that unique (though perhaps many-membered) answers are being sought: if a plurality of mutually

incompatible assumptions were acceptable, the preciseness condition would not be stipulated. In turn, the desideratum of unique solution is required by the logical principle of noncontradiction. At this point the justification of the given rule can stop, because logical principles are presupposed by scientific research, not questioned by it (see Sec. 5.9).

The justification of other rules of the scientific method will be more difficult and may involve tricky philosophical problems – such as whether the scientific analysis of a whole dissolves it without clarification – but anyhow it should be given and it promises to be an interesting work. Unfortunately no theoretical justification of the rules of the scientific method has been attempted: scientific methodology is still in a descriptive, pretheoretical stage. Largely responsible for this neglect seems to be the tacit assumption that anything is good if it works – a strange assumption to make in the case of the scientific method, which is not supposed to yield perfect results. At any rate here is exciting problem for philosophers that care for living science.

Scientists have not been concerned with either the foundation or the systematization of the rules of scientific procedure: they do not even care to state all the rules they employ. In fact, discussions of scientific methodology seem to be alive only in the beginnings of a science: at least this was the case of astronomy in Ptolemy's time, of physics in Galilei's day, of psychology and sociology nowadays. In most cases scientists adopt a trial and error procedure with respect to the rules of research, and those rules that are found effective are silently built in the everyday routine, so that most researchers do not notice them. One does not become method conscious until the prevailing method is shown to fail.

The scientific method and the goal to which it is applied (objective knowledge of the world) make all the difference between science and non-science. Moreover, both method and goal are philosophically interesting, so that a neglect of either is unjustifiable. Yet it must not be forgotten that a tacit methodology, if sound, is more valuable than a wrong explicit methodology. This must be emphasized at a time when so much space is devoted by psychology and sociology journals to methodological discussions as now to best stop research by prohibiting the use of concepts not applying to directly observable traits. In the face of such dogmatic (theoretically unjustified) and sterile methodological prescriptions it is best to keep in mind what is

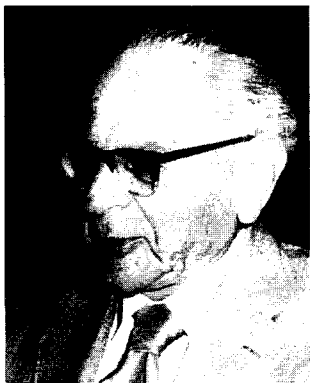
perhaps the sole golden rule of scientific work: *Audacity in conjecturing, cautiousness in testing.*

To sum up. The scientific method is a mark of science, whether pure or applied: no scientific method, no science. But it is neither infallible nor self-sufficient. The scientific method is fallible; it can be improved both by evaluating the results it leads to and by deliberate analysis. Nor is it self-sufficient: it cannot operate in a knowledge vacuum but requires some knowledge which can in turn be adjusted; and it must be implemented by special methods adapted to the peculiarities of the subject matter. To these techniques we turn next.

Bunge M. Scientific Research. V.1. – Berlin – N.-Y., 1967, Ch.1.

2. СТАНОВЛЕННЯ НАУКИ. НАУКА АНТИЧНОСТІ

Карл Поппер



Поппер Карл Раймунд (1902–1994), філософ, логік і соціолог. Народився в Австрії. До 1937 працював у Відні, з 1946 до середини 1970-х – професор Лондонської школи економіки і політичних наук. Свою філософську концепцію – критичний раціоналізм, теорію зростання наукового знання – побудував як антитезу неопозитивізму. Висунув принцип фальсифікованості (спростованості), який слугує критерієм демаркації між наукою і “метафізикою”. Теорія “трьох світів” Поппера стверджує існування фізичного і ментального світів, а також світу об’єктивного знання. Йому також належать роботи з теорії свідомості, імовірнісної логіки і теорії логічного висновку.

Виступав з критикою діалектики, марксизму та історизму. На противагу ірраціоналізму і релятивізму захищає раціоналізм.

Його основні праці: “Логіка наукового дослідження” (1935), “Відкрите суспільство і його вороги” (1945), “Убогість історизму” (1945), “Припущення і спростування” (1963), “Об’єктивне знання. Еволюційний підхід” (1972), “Автобіографія (Пошуку немає кінця)” (1974), “Відповідь моїм критикам” (1974), “Особистість та її мозок” (у співавторстві з Дж. Екклсом, 1977), “Реалізм і мета науки” (1983) та ін.

Ми наводимо тут фрагмент одної з його основних праць – “Припущення і спростування: Зростання наукового знання”, виданої вперше у 1963 році.

К. Р. Поппер. Природа философских проблем и их корни в науке (1952)

Утверждая, что вопрос “Каков характер философских проблем?” является улучшенной формулировкой вопроса “Что такое философия?”, я хочу указать на одну из причин тщетности современных споров относительно природы философии: наивную веру в то, что существует такая сущность, как “философия” или, может быть, “философская деятельность”, и что она обладает определенными чертами, сущностью или “природой”. Вера в то, что существует такая вещь, как физика, биология или археология, и что эти “исследования” или “дисциплины” отличаются предметами исследования, представляется мне отголоском той эпохи, когда верили в то, что теория начинается с определения своего предмета. Однако я считаю, что предмет или разновидности вещей не создают основы для различения дисциплин. Дисциплины отличаются друг от друга отчасти в силу исторических причин и административных соображений (организация обучения и распределение финансирования), а отчасти потому, что теории, которые мы строим для решения наших проблем, имеют тенденцию вырастать в специальные системы. Однако все эти классификации и дистинкции сравнительно несущественны и поверхностны. *Мы исследуем не предметы, а проблемы.* Проблемы же способны пересекать границы любых дисциплин и их предметов.

...Первый тезис заключается в том, что каждая философия и особенно каждая философская “школа” со временем вырождается таким образом, что ее проблемы становятся почти неотличимы от псевдопроблем, а её язык становится похож на бессмысленную болтовню. Я попытаюсь показать, что это является результатом философского кровосмешения. В свою очередь, вырождение философских школ является следствием ошибочной веры в то, что можно философствовать, не обращаясь к *проблемам, возникающим за пределами философии*, – например, в математике, космологии, политике, религии или в общественной жизни. Иными словами, мой первый тезис гласит: *подлинно философские проблемы всегда вырастают из проблем, возникающих вне философии, и они умирают, если эта связь прерывается.* В своих усилиях решить

философские проблемы философы разрабатывают что-то похожее на философский метод или специальную технику достижения успеха. Однако таких методов или технических средств не существует. В философии методы не важны, любой метод оправдан, если приводит к результату, заслуживающему рационального обсуждения. Важны не методы, а чуткость по отношению к проблемам и стремление к их решению или, как говорили греки, способность удивляться.

Существуют люди, испытывающие потребность решить некоторую проблему, люди, для которых проблема становится овалной – как некий беспорядок в их личной системе. Они способны внести вклад в ее решение, даже если привязаны к конкретному методу или технике. Однако имеются и другие авторы, не испытывающие такой потребности, у которых нет серьезной и привлекательной проблемы, но они тем не менее упражняются в использовании модных методов. Для них философия является *применением* (какой-то концепции или техники, если угодно), а не *исследованием*. Они увлекают философию в болото псевдопроблем и словесных ухищрений, либо выдавая псевдопроблемы за реальные проблемы, либо убеждая нас заняться бесконечным и бесплодным разоблачением того, что они верно или неверно считают псевдопроблемами или “головоломками”.

Второй мой тезис состоит в том, что *prima facie* метод обучения философии создает философию, отвечающую описанию Витгенштейна. Под *prima facie* методом обучения философии”, который может показаться единственным методом, я имею в виду такой способ действий, когда начинающего (который не знаком с историей математических, космологических и других идей науки и политики) заставляют читать работы великих философов, скажем, Платона и Аристотеля, Декарта и Лейбница, Локка, Беркли, Юма, Канта и Милля. Каков эффект такого чтения? Перед читателем открывается новый мир удивительно тонких и широких *абстракций* – абстракций чрезвычайно высокого и сложного уровня. Перед его сознанием предстают идеи и рассуждения, которые не только трудно понять, но которые кажутся читателю ненужными, ибо он не знает, для чего они могли бы пригодиться. Однако студент понимает, что это великие философы и они создавали философию. Поэтому он будет стремиться заставить себя мыслить так, как мыслили

(по его мнению, которое, как мы увидим, ошибочно) эти философы. Он будет пытаться усвоить их странный язык, понять прихотливые изгибы их рассуждений и погрузиться в их странные проблемы. Одни скользнут поверхностно по этим ходам мысли, другие увлекутся ими, как наркотиком. Тем не менее, мне кажется, нужно с уважением отнестись к человеку, затратившему много усилий для того, чтобы в конечном итоге прийти к выводу, сделанному Витгенштейном: “Я усвоил этот жаргон так же хорошо, как любой другой. Он прост и привлекателен. На самом же деле, это опасная привлекательность, ибо простая истина состоит в том, что здесь много шума из ничего, только бессмыслица”.

Теперь этот вывод кажется мне совершенно ошибочным, хотя это почти неизбежный результат *prima facie* обучения философии. (Конечно, я не хочу спорить с тем, что отдельные одаренные студенты могут найти в работах великих философов гораздо больше, чем было указано, причем без самообмана.). Шансов обнаружить внефилософские проблемы (математические, научные, моральные и политические), вдохновлявшие великих философов, у студента очень мало. Эти проблемы, как правило, можно открыть только благодаря изучению истории, например, научных идей и, главным образом, проблемных ситуаций в математике и науке того или иного периода, а это, в свою очередь, предполагает основательное знакомство с математикой и наукой. Только в том случае, если студент понимает современную проблемную ситуацию в тех или иных науках, он может понять, что великие философы прошлого пытались решать настоятельные и конкретные проблемы – проблемы, от которых они не могли уйти. Лишь такое понимание способно дать студенту верное представление о великих философских системах и придать смысл кажущейся бессмыслице.

Свои тезисы я хочу обосновать с помощью примеров, однако прежде чем переходить к этим примерам, я хотел бы кратко выразить основную идею этих тезисов и определить свое отношение к Витгенштейну.

Два моих тезиса равнозначны утверждению о том, что поскольку философия глубоко укоренена в нефилософских проблемах, постольку негативная оценка Витгенштейном философских систем, оторвавшихся от своих внефилософских корней, в значительной мере справедлива. Об этих корнях легко забывают те философы, которые “изучают”

философию вместо того, чтобы заниматься ею под давлением внефилософских проблем.

Мое отношение к учению Витгенштейна кратко можно выразить следующим образом. Возможно, в значительной мере верно, что “чисто” философских проблем не существует. Чем чище становится философская проблема, тем больше она теряет свое первоначальное значение и тем быстрее ее обсуждение вырождается в пустую словесную эквилибристику. С другой стороны, существуют не только подлинно научные, но и подлинно философские проблемы. Даже если в этих проблемах обнаруживаются фактуальные компоненты, их нельзя считать проблемами науки. И даже если они решаются, скажем, чисто логическими средствами, их нельзя характеризовать как чисто логические или тавтологические. Аналогичные ситуации возникают, например, в физике. Скажем, проблему объяснения серий спектральных линий (с помощью гипотезы относительно структуры атомов) можно решить чисто математическими вычислениями. Однако отсюда не следует, что данная проблема относится к математике, а не к физике. Мы вполне оправданно считаем проблему “физической”, если она связана с проблемами и теориями, которые традиционно обсуждались физиками (например, проблема строения материи), даже когда средства ее решения оказываются чисто математическими. Как мы видели, решение некоторых проблем может зависеть от многих наук. И точно так же некоторую проблему с полным правом можно называть “философской”, даже если обнаруживается, что, хотя первоначально она возникла в связи, скажем, с атомной теорией, однако она более тесно связана с проблемами и теориями философии, чем с теми теориями, которыми сегодня занимаются физики. И опять-таки совершенно не важно, какого рода методы мы используем при решении таких проблем. Космология, например, всегда будет вызывать большой интерес у философов, несмотря на то что некоторые ее методы весьма близки тому, что лучше было бы назвать “физикой”. Утверждать, что поскольку космология имеет дело с фактуальными вопросами, ее следует относить к науке, а не к философии, было бы не только педантизмом, но, очевидно, эпистемологической, т. е. философской, догмой. Аналогично, если некоторая проблема решается средствами логики, то нет никаких оснований

отрицать ее “философский” статус. Она может быть как философской, так физической или биологической. Логический анализ играл важную роль в специальной теории относительности Эйнштейна, и отчасти именно это сделало данную теорию интересной с философской точки зрения и породило широкий спектр философских проблем, связанных с ней.

Учение Витгенштейна оказывается следствием тезиса, утверждающего, что все подлинные предложения (следовательно, все подлинные проблемы) можно разбить на два взаимоисключающих класса: фактуальные предложения (*synthetic a posteriori*), относящиеся к эмпирическим наукам, и логические предложения (*analytic a priori*), принадлежащие к чистой логике и математике. Эта простая дихотомия, весьма ценная для первичного исследования, для многих целей оказывается слишком простой. Несмотря на то, что она специально была предназначена для того, чтобы исключить существование философских проблем, она оказалась совершенно недостаточной для достижения этой цели. Даже если принять эту дихотомию, мы все еще можем считать, что фактуальные, логические или смешанные проблемы при некоторых обстоятельствах могут оказаться философскими.

Теперь я обращаюсь к своему первому примеру: *Платон и кризис раннего греческого атомизма*.

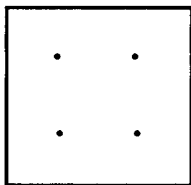
Я утверждаю, что центральное философское учение Платона, его так называемую теорию форм или идей, нельзя правильно понять без обращения к внефилософскому контексту, точнее говоря, вне контекста критической *проблемной ситуации*, возникшей в греческой науке (главным образом, в теории материи) в результате *открытия иррациональности квадратного корня из двух*. Если мое утверждение верно, то теория Платона до сих пор не была полностью понята. (Конечно, вопрос о том, можно ли вообще когда-нибудь получить “полное” понимание, является в высшей степени спорным.) Однако более важное следствие состоит в том, что она никогда не может быть понята философами, получившими свое образование посредством *prima facie* метода, описанного в предшествующем разделе, если, конечно, они специально и *ad hoc* не познакомились с соответствующими фактами. (Но в таком случае это означает отказ от *prima facie* метода изучения философии.)

Представляется весьма правдоподобным, что и в своем происхождении, и в своем содержании теория форм Платона была тесно связана с учением пифагорейцев о том, что сущностью всех вещей являются числа. Однако детали этой связи и взаимоотношения между атомизмом и пифагорейством известны не очень хорошо. Поэтому я кратко остановлюсь здесь на этой истории и изложу ее так, как она мне представляется сегодня.

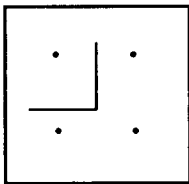
По-видимому, основатель пифагорейской школы испытал глубокое воздействие двух открытий. Первое заключалось в том, что такое *prima facie* совершенно качественное явление, как музыкальная гармония, опиралось, по сути дела, на чисто числовые соотношения 1:2; 2:3; 3:4. Второе открытие состояло в том, что “прямой” угол (получаемый, например, посредством сгибания листа так, чтобы складки образовали крест) был связан с чисто числовыми отношениями 3:4:5 или 5:12:13 (стороны прямоугольных треугольников). Вот эти два открытия привели пифагорейцев к несколько фантастическому обобщению, гласящему, что вещи по сути своей являются числами или числовыми соотношениями, что числа являются *ratio* (*logos* = *reason*), рациональной сущностью вещей или их подлинной природой.

Сколь бы фантастичной ни была эта идея, во многих отношениях она доказала свою плодотворность. Одним из наиболее успешных было ее применение к простым геометрическим фигурам – квадратам, прямоугольникам, равнобедренным треугольникам, а также к некоторым простым телам, например, пирамидам. Анализ некоторых из этих геометрических проблем опирался на так называемый *гномон* (*gnomon*).

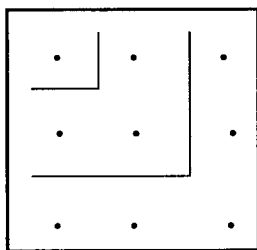
Суть дела можно пояснить следующим образом. Если указать квадрат посредством четырех точек:



то его можно интерпретировать как результат добавления трех точек к одной, находящейся в левом верхнем углу, Эти три точки образуют *гномон*, который можно указать так:

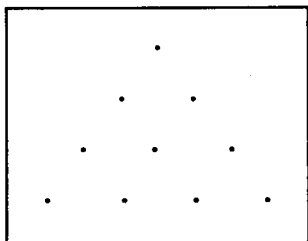


Добавляя сюда второй *гномон*, состоящей из пяти точек, мы получаем:



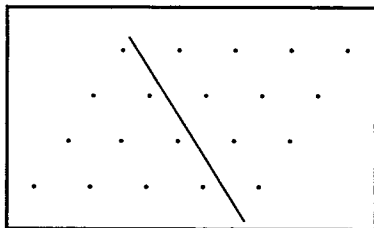
Легко заметить, что множества добавляемых точек 1, 3, 5, 7... образуют *гномон* квадрата, что суммы 1, 1+3, 1+3+5, 1+3+5+7... являются квадратами чисел и что если n (число точек) есть сторона квадрата, его площадь (общее число точек = n^2) будет равна сумме первых добавленных чисел.

Точно так же можно истолковать равнобедренный треугольник. Следующая фигура представляет растущий треугольник – растущий благодаря добавлению новых горизонтальных наборов точек:



Здесь каждый *гномон* представляет собой горизонтальную линию точек и каждый элемент последовательности 1, 2, 3, 4... является *гномоном*.

“Треугольные числа” являются суммами $1 + 2$, $1 + 2 + 3$, $1 + 2 + 3 + 4$ и т.д., то есть суммами первых n натуральных чисел. Расположив два таких треугольника друг против друга,



мы получим параллелограмм с горизонтальной стороной $n + 1$, другой стороной n и содержащей $n(n + 1)$ точек. Поскольку он состоит из двух равнобедренных треугольников, его числом будет $2(1 + 2 + \dots + n)$, поэтому мы получаем равенство:

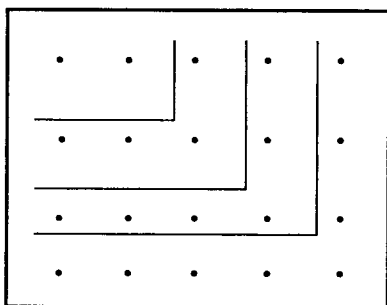
$$(1) \quad 1 + 2 + \dots + n = \frac{1}{2} n(n + 1);$$

следовательно:

$$(2) \quad 1(1 + 2 + \dots + n) = \frac{1}{2} n(n + 1).$$

Отсюда легко получается общая формула для суммы арифметических серий.

Точно так же мы получаем “прямоугольные” числа, т. е. числа неравнобедренных прямоугольников, простейшим из которых будет следующий:



с прямоугольными числами $2 + 4 + 6 \dots$ *Гномом* прямоугольного числа является четное число и прямоугольные числа являются суммами четных чисел.

Эта трактовка может быть распространена и на геометрические тела, например, суммируя первые треугольные числа, мы получаем пирамидальные числа. Однако главной областью ее применения были плоские фигуры, образы или “формы”. Считалось, что формы могут быть охарактеризованы подходящими последовательностями чисел и числовыми соотношениями. Иными словами, “*формы*” являются числами или соотношениями чисел. С другой стороны, не только формы вещей, но и такие абстрактные свойства, как гармония или “пряμισна”, также являются числами. Вот так приходят к общей теории, гласящей, что числа являются умопостигаемой сущностью всех вещей.

Вероятно, на разработку этой точки зрения оказало влияние сходство диаграмм точек со схемами созвездий – Льва, Скорпиона, Девы. Если Лев есть упорядоченная совокупность точек, то он должен обладать числом. Здесь можно заметить связь пифагорейства с верой в то, что числа, или “формы”, являются небесными образами вещей.

Одной из главных составных частей этой ранней теории была так называемая “таблица оппозиций”, опиравшаяся на фундаментальное различие между нечетными и четными числами. В нее входили такие элементы:

ОДИН	МНОГО
НЕЧЕТНОЕ	ЧЕТНОЕ
МУЖСКОЕ	ЖЕНСКОЕ
ПОКОЙ (БЫТИЕ)	ИЗМЕНЕНИЕ (СТАНОВЛЕНИЕ)
ОПРЕДЕЛЕННОЕ	НЕОПРЕДЕЛЕННОЕ
КВАДРАТНОЕ	ПРЯМОУГОЛЬНОЕ
ПРЯМОЕ	КРИВОЕ
ПРАВОО	ЛЕВОЕ
СВЕТ	ТЬМА
ДОБРО	ЗЛО

Просматривая эту странную таблицу, получаешь некоторое представление о мышлении пифагорейцев и начинаешь понимать, почему не только “формы” или образы геометрических фигур считались, по сути своей, числами, но также и абстрактные идеи, такие как Справедливость, Гармония и Здоровье, Красота и Знание. Эта таблица интересна еще и потому, что с небольшими изменениями она была принята Платоном. Самый ранний вариант знаменитой теории “форм”, или “идей”, Платона приблизительно можно описать как учение о том, что сторона “Добра” в таблице оппозиций образует (невидимый) универсум – универсум высшей реальности, универсум неизменных и определенных “форм” всех вещей. Истинное и определенное знание (*episteme* = *scientia* – *science*) может относиться только к этому неизменному и реальному универсуму, в то время как видимый, изменчивый и текущий мир, в котором мы живем и умираем, мир рождения и разрушения, мир опыта представляет собой лишь отражение или копию этого реального мира. Это лишь мир явлений, относительно которого нельзя получить истинного и определенного знания. Место знания (*episteme*) здесь занимают неопределенные и ущербные мнения (*doxa*) подверженных ошибкам смертных. В своей интерпретации таблицы оппозиций Платон испытал влияние Парменида – человека, смелый вызов которого привел к разработке атомистической теории Демокритом.

Теория пифагорейцев с ее диаграммами точек, несомненно, наметала на очень примитивный атомизм. Трудно сказать, в какой мере атомистическая теория Демокрита испытала влияние пифагорейцев. Гораздо более несомненным представляется влияние элеатов – Парменида и Зенона. Важнейшей проблемой для школы элеатов и Демокрита была проблема рационального истолкования *изменения*. Я считаю, что эта проблема восходит к Гераклиту и идеям ионийских философов, а не к пифагорейцам, и она все еще остается фундаментальной проблемой натуральной философии.

Хотя Парменид, по-видимому, не был физиком (в отличие от своих великих ионийских предшественников), его можно, как мне кажется, считать родоначальником *теоретической физики*. Он создал антифизическую (а не не-физическую, как считал Аристотель) теорию,

которая тем не менее была первой гипотетико-дедуктивной системой. Она положила начало длинной последовательности таких систем физических теорий, каждая из которых была улучшением своих предшественниц. Как правило, улучшения признавались необходимыми в результате осознания того, что прежняя система была фальсифицирована определенными опытными фактами. Такое эмпирическое опровержение следствий дедуктивной системы вело к ее реконструкции и, таким образом, к созданию новой улучшенной теории, которая обычно сохраняла следы своего происхождения – предшествующей теории и опровергающего опыта.

Этот опыт или наблюдения вначале, как мы увидим, были очень грубыми, однако они становились все более тонкими по мере того, как возрастала способность теорий к ассимиляции грубых наблюдений. В случае с теорией Парменида ее столкновение с наблюдением было столь очевидным, что, может быть, не стоит считать ее первой гипотетико-дедуктивной системой физики. Лучше назвать ее последней дофизической дедуктивной системой, опровержение или фальсификация которой дала начало первой физической теории материи – атомистической теории Демокрита.

Теория Парменида проста. Он находит, что рациональное понимание изменения или движения невозможно, и делает вывод о том, что изменение не является реальным или является лишь видимостью. Не будем с пренебрежением отворачиваться от этой очевидно нереалистической теории, попробуем сначала понять, что здесь имеется серьезная проблема. Если вещь X изменилась, то ясно, что это уже не та же самая вещь X . С другой стороны, мы не можем сказать, что изменилась, не подразумевая при этом, что X как-то сохраняется в процессе изменения, что и в начале, и в конце изменения это все та же вещь X . Таким образом, кажется, что мы приходим к противоречию и что мысль о вещи, которая изменяется, следовательно, идея изменения невозможны.

Все это звучит весьма абстрактно и философично, и так оно и есть. Однако фактом является то, что указанная здесь трудность постоянно ощущалась в развитии физики. А такую детерминистскую систему, как теория поля Эйнштейна, можно даже истолковать как четырехмерный вариант парменидовского неизменного трехмерного универсума.

В четырехмерном универсуме Эйнштейна также, в некотором смысле, не происходит никаких изменений. Все вещи остаются на своих четырехмерных траекториях, а изменения становятся лишь “кажущимися”. “Только лишь” наблюдатель, движущийся вдоль своей мировой линии, замечает последовательную смену разных *мест* на этой мировой линии, т. е. в своем пространственно-временном окружении.

Вернувшись вновь к Пармениду, отцу теоретической физики, мы можем сформулировать его дедуктивную теорию приблизительно в следующем виде:

(1) Есть только то, что есть.

(2) Чего нет, того не существует.

(3) Небытие, т. е. пустота, не существует.

(4) Мир полон.

(5) Мир не имеет частей; это *одна* громадная глыба (поскольку он полон).

(6) Движение невозможно (ибо не существует пустого пространства, в котором что-то могло бы двигаться).

Заключения (5) и (6) очевидно противоречат фактам. Поэтому из ложности этих заключений Демокрит выводит ложность посылок:

(6') Движение существует (потому оно возможно).

(5') Мир имеет части; это не единое, а многое.

(4') Поэтому мир не может быть полон.

(3') Пустота (или небытие) существует.

Так была изменена теория. В отношении бытия, или множества существующих вещей (противопоставляемых пустоте) Демокрит принимает теорию Парменида, утверждая, что они не имеют частей. Они неразделимы (атомы), ибо они заполнены и не содержат в себе пустоты.

Основное достижение этой теории состоит в том, что она дает рациональное истолкование движения. Мир состоит из пустого пространства (пустоты) и атомов в нем. Атомы не изменяются; они представляют собой неделимый универсум Парменида в миниатюре. Все изменения обусловлены перераспределением атомов в пространстве. Поэтому *всякое изменение есть движение*. С этой точки зрения, может возникать лишь одно новое — новое расположение атомов, поэтому, в принципе, возможно *предсказать все будущие изменения* в мире, если

мы способны предсказать движение всех атомов (или на современном языке: всех материальных точек).

Теория изменения Демокрита имела громадное значение для развития физической науки. Частично она была принята Платоном, который в значительной мере сохранил атомизм, хотя и объяснял движение не только с помощью неизменных движущихся атомов, но и с помощью других “форм”, которые сами не испытывали ни изменения, ни движения. Однако Аристотель ее осуждал, полагая, что всякое изменение является развертыванием внутренних потенций существенно неизменных *субстанций*. Аристотелевская теория субстанций как объектов изменения стала господствующей. Однако она оказалась бесплодной, и метафизическая теория Демокрита, утверждающая, что все изменения следует объяснять движением, превратилась в неявно принимаемую программу действий физиков вплоть до наших дней. Она все еще является частью философии физики, хотя сами физики уже переросли ее (чего нельзя сказать о биологических и социальных науках). В дополнение к движущимся материальным точкам на сцену со времен Ньютона выступили *силы* изменения, напряжения (и направления). Верно, конечно, что изменения ньютоновских сил можно объяснить как обусловленные движением, т. е. изменением положений частиц. Тем не менее они не тождественны изменениям положений частиц, а квадратичный закон даже не является линейным. После работ Фарадея и Максвелла изменения силовых полей становятся столь же важными, как и изменения материальных атомных частиц. То обстоятельство, что наши современные атомы оказываются сложными, не имеет большого значения. С точки зрения Демокрита, атомами должны быть не наши нынешние атомы, а скорее наши элементарные частицы, если не обращать внимания на тот факт, что они тоже подвержены изменениям. Таким образом, возникает чрезвычайно интересная ситуация. Философия изменения, предназначенная для преодоления трудностей рационального понимания изменения, на протяжении тысячелетий служила науке и в конечном счете была превзойдена развитием самой науки. К сожалению, этот факт практически не был замечен теми философами, которые настойчиво отрицают существование философских проблем.

Теория Демокрита была громадным достижением. Она предложила теоретическую структуру для объяснения большей части эмпирически обнаруженных свойств материи (рассматривавшихся уже ионийцами) – сжимаемость, степени твердости и упругости, разрежение и сгущение, связность, разрушение, горение и многие другие. Однако значение этой теории не исчерпывалось только тем, что она объясняла явления опыта. Во-первых, она дала обоснование тому методологическому принципу, что дедуктивная теория и объяснение должны “спасать феномены”, т. е. должны согласоваться с опытом. Во-вторых, она показала, что теория может носить спекулятивный характер и опираться на фундаментальный принцип (Парменида), говорящий о том, что мир в понимании его мыслью отличается от мира *prima facie* опыта – мира зрения, слуха, обоняния, вкуса, осязания. Тем не менее, такая спекулятивная теория может принять эмпирический “критерий”, согласно которому видимое играет решающую роль в признании или отвержении теории невидимого (скажем, атомов). Эта философия оставалась фундаментом всего развития физики и вступала в конфликт со всеми “релятивистскими” и “позитивистскими” философскими тенденциями.

Кроме того, теория Демокрита привела к первым успехам метода исчерпывания (предвосхитившего интегральное исчисление), ибо сам Архимед признал, что Демокрит первым сформулировал теорию объемов конусов и пирамид. Однако наиболее удивительной, быть может, частью теории Демокрита является его учение о квантованности пространства и времени. Я имею в виду ныне широко обсуждаемую мысль о том, что существуют *минимальные расстояния и минимальные временные интервалы*, т. е. что в пространстве и времени существуют такие величины (элементы длины и времени, *ameres* Демокрита, отличные от его атомов), которые являются предельно малыми...

...Платон был очень близок к пифагорейцам и к школе элеатов, и хотя он, по-видимому, недолго любил Демокрита, сам был в некотором роде атомистом. Это не удивительно, если принять во внимание тесную связь пифагорейства с идеями атомизма. Однако все это оказалось под угрозой благодаря открытию иррациональности. Я полагаю, что главный вклад Платона в науку обусловлен его осознанием проблемы

иррациональности и той модификацией пифагорейства и атомизма, которую он предпринял для спасения науки от катастрофы.

Он понял, что чисто арифметическая теория природы рухнула и нужен новый математический метод описания и объяснения мира. Поэтому он приступил к разработке самостоятельного геометрического метода. Свое наиболее полное воплощение этот метод нашел в “Элементах” платоника Евклида.

Каковы факты? Я попытаюсь кратко суммировать их.

(1) Учение пифагорейцев и атомизм Демокрита существенно опирались на арифметику, т. е. на счет.

(2) Платон подчеркнул катастрофические последствия открытия иррациональности.

(3) Над входом в Академию он написал: “Да не войдет сюда никто, не знающий геометрии”. Но *геометрия*, согласно прямому ученику Платона Аристотелю и Евклиду, часто говорит о несоизмеримостях и иррациональности в отличие от *арифметики*, рассматривающей “четное и нечетное” (т. е. целые числа и их отношения).

(4) Вскоре после смерти Платона его школа в “Элементах” Евклида создала произведение, освободившее математику от “арифметического” предположения о соизмеримости и рациональности.

(5) Платон и сам внес вклад в это развитие, в частности, в разработку геометрии твердых тел.

(6) Говоря точнее, в “Тимее” он предложил геометрический вариант ранее чисто арифметической атомной теории – вариант, в котором элементарные частицы (знаменитые платоновские Тела) строились из треугольников, включавших в себя иррациональные квадратные корни из двух и трех. Во всех других отношениях он сохраняет идеи пифагорейцев и наиболее важные идеи Демокрита. В то же время он устраняет пустоту Демокрита, ибо понимает, что движение возможно даже в “заполненном” мире, если его истолковывать наподобие вихрей в жидкости. Таким образом, он сохраняет и некоторые из наиболее важных идей Парменида.

(7) Платон стимулировал создание геометрических моделей мира, в частности, моделей, объясняющих движения планет. И я полагаю, что геометрия Евклида была не просто очерком чистой геометрии

(как обычно считают), а *органоном теории мира*. С этой точки зрения, “Элементы” были не “учебником по геометрии”, а попыткой систематического решения основных проблем космологии Платона. Это было осуществлено столь успешно, что решенные проблемы ушли в тень и оказались почти забытыми. Какой-то их след сохранился у Прокла, который пишет: “Некоторые думали, что содержание разнообразных книг (Евклида) имеет отношение к космосу и что они были предназначены для того, чтобы изучать универсум”. Однако даже Прокл не упоминает в этом контексте о главной проблеме – проблеме иррациональности (он, конечно, упоминает о ней в других местах), хотя и указывает, что “Элементы” явились высшим достижением в построении “космических” или “платонических” правильных многогранников. Именно со времен Платона и Евклида, но не ранее, геометрия (а не арифметика) становится важнейшим инструментом всех физических объяснений и описаний как в теории материи, так и в космологии.

Таковы исторические факты. Я полагаю, они в достаточной мере обосновывают мой главный тезис: *prima facie* метод изучения философии не способен дать подлинного понимания тех проблем, которые стимулировали Платона. И этот метод не способен привести к правильной оценке его важнейшего Философского достижения – геометрической теории мира. Крупнейшие физики Возрождения – Коперник, Галилей, Кеплер, Гилберт, – обратившиеся от Аристотеля к Платону, стремились заменить аристотелевские качественные субстанции или потенциальности геометрическим методом космологии. Действительно, (в науке) Возрождение означало возрождение геометрического метода, лежащего в основе деятельности Евклида, Аристарха, Архимеда, Коперника, Кеплера, Галилея, Декарта, Ньютона, Максвелла и Эйнштейна.

Но можно ли считать это достижение собственно философским? Не относится ли оно скорее к физике – фактуальной науке или к чистой математике – разделу тавтологичной логики, как считает школа Витгенштейна?

Я полагаю, что теперь мы достаточно ясно можем увидеть, почему достижение Платона (хотя оно, без сомнения, включало в себя физические, логические и смешанные компоненты) было именно

философским, почему по крайней мере часть его философии природы и физики сохранилась до сих пор и, я думаю, будет сохраняться в дальнейшем.

У Платона и его предшественников мы находим сознательное построение и изобретение нового подхода к миру и его познанию. Первоначальную теологическую идею объяснения видимого мира с помощью постулируемого невидимого мира этот подход преобразует в важнейший инструмент теоретической науки. Эта идея в явном виде была сформулирована Анаксагором и Демокритом в качестве принципа изучения природы материи или материальных тел. Видимая материя объясняется посредством гипотез, говорящих о невидимом, о *невидимой структуре, которая слишком мала, чтобы ее можно было видеть*. Платон принимает и обобщает эту идею: изменчивый видимый мир объясняется посредством невидимого мира неизменных “форм” (субстанций, сущностей или “природ”; т. е., как я пытаюсь показать, посредством геометрических образов или фигур).

Является ли эта идея относительно невидимой структуры материи физической или философской? Если физик лишь действует в русле этой теории, если он, возможно неосознанно, принимает ее, побуждаемый к этому собственной проблемной ситуацией, и если при этом он создает новую конкретную теорию структуры материи, то я не могу назвать его философом. Но если он размышляет над этой идеей и, например, отвергает ее (подобно Беркли или Маху), предпочитая феноменологическую или позитивистскую физику теоретическому и отчасти теологическому подходу, то его можно назвать философом. И точно так же тот, кто сознательно избирает теоретический подход, разрабатывает его и выражает в явном виде, перенося тем самым гипотетический и дедуктивный метод из теологии в физику, будет философом, даже если в качестве физика он пытается создавать конкретные теории невидимой структуры материи.

Однако я не буду больше заниматься вопросом о правильном употреблении слова “философия”, ибо это – проблема Витгенштейна и очевидно относится к употреблению языка. Здесь мы имеем дело с типичной псевдопроблемой, обсуждение которой не может принести ничего, кроме скуки. Теперь мне хочется добавить несколько слов

относительно теории форм или идей Платона, точнее, относительно пункта (6) данного выше списка исторических фактов.

Теорию структуры материи Платона можно найти в “Тимее”. Она имеет внешнее сходство с современной теорией твердых тел, истолковывающей их как кристаллы. Физические тела у Платона составлены из невидимых элементарных частиц различного вида. Видом этих частиц обусловлены макроскопические свойства видимой материи. Вид же элементарных частиц, в свою очередь, детерминирован видом плоских фигур, образующих их стороны. Наконец, сами эти плоские фигуры все состоят из *двух* элементарных треугольников: равнобедренного прямоугольного треугольника (половина квадрата), содержащего *квадратный корень из двух*, и прямоугольного треугольника (половина прямоугольника), содержащего *квадратный корень из трех*, т. е. иррациональные величины.

Эти треугольники считаются копиями неизменных “форм” или “идей”. Это означает, что *геометрические* “формы” включаются в сферу пифагорейских арифметических форм-чисел...

...Подводя итоги сказанному, можно предположить, что теория форм Платона и его теория материи были обновлением теорий его предшественников – пифагорейцев и Демокрита – в свете осознания им того факта, что иррациональности требуют поставить геометрию впереди арифметики. Содействуя этому, Платон внес важный вклад в разработку системы Евклида – самой влиятельной из всех когда-либо созданных дедуктивных систем. Приняв геометрию в качестве теории мира, он проложил путь для творчества Аристарха, Ньютона и Эйнштейна. Благодаря этому кризис греческого атомизма был преобразован в фундаментальное достижение. Однако научные интересы Платона в значительной мере оказались забытыми. Ситуация в науке, породившая его философские проблемы, была плохо понята. А его величайшее достижение – геометрическая теория мира – до такой степени влияла на наше представление о мире, что мы неосознанно считали эту теорию несомненной.

Попнер К.Р. Предположение и опровержение.
Рост научного знания. – М.: Ермак, 2004, с.120–151.

Олександр Койре

Койре Олександр Володимирович (1892–1964) – видатний історик науки. Народився у Таганрозі. В гімназичні роки серйозно захопився філософією і в 1908 р. переїхав до Геттінгена, де слухав лекції Е. Гуссерля і Д. Гільберта. Для завершення вищої освіти переїхав до Парижа. Дві праці з історії філософії релігії (1922–1923 рр.) забезпечили йому перші університетські вчені ступені і звання, а праця про німецького філософа-пантеїста XV–XVI ст. Я. Бьома (1929) – вищий докторський ступінь. З 1924 р. А. Койре читає курс лекцій в Практичній школі вищих досліджень спочатку як доцент, а з січня 1930 р. – як “директор досліджень”.



На початку 30-х рр. коло інтересів Койре переміщається в область історії науки. Подальші 30 років своєї діяльності Койре займається дослідженням проблем, що стосуються історії математики, механіки, астрономії, фізики, хімії. Основну увагу він приділяє розвитку наукових ідей і їхніх взаємозв'язків. Аналізуючи наукову революцію Нового часу XVI–XVII ст. (від Коперніка через Кеплера, Галілея і Декарта до Ньютона і Лейбніца), Койре попутно розглядає праці Тарталї, Кавальєрі, Паскаля, Бореллі, Гассенді та ін. Крім безлічі статей, присвячених науковій революції, Койре випустив декілька великих монографій, першими з яких були “Етюди про Галілея”. Основна мета цієї роботи – показати, що найважливішою особливістю перебудови науки XVI–XVII ст. була заміна античної і середньовічної ідеї про світ як кінцевий та ієрархічно впорядкований космос, центр якого складає Земля як дім людини, картиною нескінченного однорідного Всесвіту.

Після другої світової війни Койре продовжив роботу в Практичній школі вищих досліджень в Парижі, а потім очолив французький Центр досліджень з історії науки і техніки. У 1956 р. він був призначений постійним членом Інституту вищих досліджень в Принстоні (США). У цей період на передній план його творчості все більше висувалася астрономія. У 1957 р. в США вийшла одна з найбільш яскравих його робіт – “Від замкнутого світу до нескінченного всесвіту”, а в 1961 р. – капітальна монографія “Революція в астрономії. Копернік, Кеплер, Бореллі”. Останні роки життя Койре багато часу і сил приділяв вивченню спадщини Ньютона і спільно з І. Коеном провів копіткий розбір

трех прижиттєвих видань “Математичних початків натуральної філософії” Ньютона.

Тут ми поміщаємо одну з робіт А. Койре, присвячену становленню науки та її стосункам з філософією.

А. Койре. О влиянии философских концепций на развитие научных теорий (1954)

...Если о влиянии научной мысли на развитие философских концепций говорится очень много и с полным правом, ибо такое влияние очевидно и определено – достаточно вспомнить имена Декарта, Лейбница, Канта, – то гораздо меньше говорят (либо почти не говорят) о влиянии философии на развитие научной мысли. Если же иной раз какой-нибудь историк позитивистской ориентации и упомянет об этом влиянии, то лишь затем, чтобы попенять, что в былые времена философия действительно оказывала влияние на науку и даже господствовала над ней, следствием чего явилась бесплодность как античной, так и средневековой науки; что только после бунта науки против тирании философии, этой пресловутой “королевы наук” XVII в., началось действительное совпадение прогресса в науке с ее последовательным освобождением от упомянутой тирании и переходом на твердую эмпирическую основу; что, к сожалению, это освобождение произошло далеко не сразу, так что у Декарта и даже у Ньютона мы находим его следы метафизических спекуляций. Должен был наступить XIX или даже XX век, чтобы они окончательно исчезли; и если вопреки всему это все-таки произошло, то благодаря Бэкону, Огюсту Конту, Эрнсту Маху и Венской школе.

Некоторые историки идут еще дальше и утверждают, что в своей основе наука как таковая – по крайней мере современная наука – никогда реально не была связана с философией. Так, Э. Стронг в известной работе “Процедура и метафизика” (Беркли, 1936) поведал нам, что философские предисловия и введения, которые великие творцы современной науки предпосылают своим трудам, чаще всего бывают не более чем данью вежливости или традициям, выражением своего рода конформизма с духом времени и что там, где они обнаруживают свои

искренние и глубокие убеждения, эти прелиминарии имеют значение не больше – или скажем так: имеют отношение к *процедуре*, т. е. к действительной работе этих великих творцов, не больше, чем их религиозные убеждения...

В виде исключения можно упомянуть Э. А. Берта, автора известных “Метафизических основ современной физической науки” (Лондон, 1925), который допускает наличие позитивного влияния и важной роли философских концепций в развитии науки. Но даже Берт видит в них лишь своего рода подпорки, строительные леса, которые помогают ученому конструировать и формулировать свои научные концепции, но которые, как только здание теории возведено, могут быть убраны и в самом деле убираются последующими поколениями.

Итак, какими бы пара- или ультранаучными ни были идеи, приведшие Кеплера, Декарта, Ньютона или даже Максвелла к их открытиям, в конечном счете они либо имеют ничтожное значение, либо вообще не идут в счет. Что действительно имеет значение, так это само открытие, установленный закон; закон движения планет, а не Мировая Гармония; сохранение движения, а не Божественная Неизменность... Как сказал Г. Герц: “Теория Максвелла – это уравнения Максвелла”.

Вслед за Бертом можно сказать, что метафизические субструктуры, или основания, играют в развитии научной мысли роль, аналогичную той, которую в ней, согласно эпистемологии А. Пуанкаре, играют образы.

Это уже интересно. Со своей стороны я полагаю, что не следует слишком дурно отзываться об образах. По-моему, на самом деле достойно удивления не то, что образы не согласуются полностью с теоретической реальностью, а, наоборот, достоин удивления тот факт, что такое полное согласие имеет место и что научное воображение, или интуиция, создает эти образы столь прекрасными и что они столь глубоко проникают в области (чему каждый день приносит новые подтверждения), на первый взгляд, совершенно закрытые для интуиции, например в атом или даже в его ядро. Так мы обнаруживаем, что к образам возвращаются даже те, кто, подобно Гейзенбергу, их решительно изгонял.

Предположим, однако, вместе с Бертом, что философские воззрения являются не больше чем строительными лесами. Но и в этом

случае – поскольку крайне редко приходится видеть, чтобы здание строилось *без* них, – сравнение Берта приводит нас к прямо противоположному выводу, чем тот, который он делает, а именно, что такие строительные леса совершенно необходимы для постройки, ибо они обеспечивают самую возможность таковой.

Вне всякого сомнения, *post factum* научная мысль может их отбросить, но, возможно, только для того, чтобы заменить другими. Или, быть может, для того, чтобы просто забыть о них, погрузить в сферу подсознания на манер грамматических правил, о которых забывают по мере того, как осваивают язык и которые полностью исчезают из сознания с достижением полного освоения языка.

И – чтобы больше не возвращаться к Стронгу – совершенно очевидно, что творчество Фарадея столь же мало может быть объяснено исходя из факта его принадлежности к таинственной секте сандеманьянцев, сколь творчество Гоббса – исходя из его пресвитерианства, Эйнштейна – из его иудаизма или Де Бройля – из его католицизма (хотя было бы безрассудным отрицать любое влияние: пути разума столь причудливы и неисповедимы!).

Довольно часто философско-теологические высказывания великих ученых XVII и XVIII вв. играют не большую роль, чем аналогичные высказывания некоторых наших современников... Но это отнюдь не всегда так. Легко, например – или по меньшей мере возможно, – показать, что великая битва между Лейбницем и Ньютоном, под знаком которой протекала первая половина XVIII в., в конечном счете имеет в своей основе противоположности их теолого-метафизических позиций. Она отнюдь не была следствием столкновения двух тщеславий или двух техник, а просто-напросто двух философий.

Итак, история научной мысли учит нас (по крайней мере я попытаюсь это показать), что: а) научная мысль никогда не была полностью отделена от философской мысли; б) великие научные революции всегда определялись катастрофой или изменением философских концепций; в) научная мысль – речь идет о физических науках – развивалась не в вакууме; это развитие всегда происходило в рамках определенных идей, фундаментальных принципов, наделенных аксиоматической очевидностью, которые, как правило, считались принадлежащими собственно философии...

...Мне могут, однако, возразить (прошу прощения, что так долго останавливаюсь на предварительных замечаниях: они представляются весьма существенными), что даже если я прав, т. е. если даже сумею доказать – ибо до сих пор я просто утверждал это, – что развитие научной мысли подвергалось влиянию – и далеко не тормозящему – со стороны философской мысли, то все равно это касается только прошлого, но отнюдь не настоящего или будущего.

Короче говоря, единственный урок истории состоит в том, что из нее нельзя извлечь никакого урока. Да и вообще, что представляет собой эта история, особенно история научной или технической мысли? Кладбище ошибок, коллекцию чудищ, выброшенных на свалку и пригодных разве что для фабрики вторсырья? “Кладбище забытых теорий” или же главу “Истории человеческой глупости”? Такое отношение к прошлому, более характерное для технарей, чем для великих мыслителей-творцов, признаемся, вполне нормально, хотя не столь уж неотвратимо и, менее того, оправданно. Оно вполне нормально для человека, оценивающего прошлое, *давнопрошедшие* времена с точки зрения настоящего или будущего, к которому он устремлен в своей деятельности.

И действительно, обращая вспять течение времени, он сталкивается со старыми теориями в канун их смерти – с одряхлевшими, высохшими, закостенелыми. Одним словом, перед нами предстает острогротескный образ “той, которая была прекрасной Ольмьер”, как ее создал О. Роден. Только историк обнаруживает каждую из них в момент ее цветущей молодости, в расцвете красоты; лишь он, реконструируя развитие науки, схватывает теории прошлого при их рождении и видит создающий их порыв творческой *мысли*.

Итак, обратимся к истории.

Научная революция XVII в., знаменующая собой рождение новой науки, имеет довольно сложную историю. Но поскольку я уже писал об этом в ряде работ, могу позволить себе быть кратким. Я считаю, что ей присущи следующие характерные черты: а) развенчание Космоса, т. е. замена конечного и иерархически упорядоченного мира Аристотеля и средних веков бесконечной Вселенной, связанной в единое целое благодаря идентичности своих элементов и единообразию своих законов;

б) геометризация пространства, т. е. замещение конкретного пространства (совокупности “мест”) Аристотеля абстрактным пространством евклидовой геометрии, которое отныне рассматривается как реальное.

Можно было бы добавить – но это, по существу, лишь следствие только что сказанного – замещение концепции движения-состояния концепцией движения-процесса.

Космологические и физические концепции Аристотеля вызывают, вообще говоря, резко критические отзывы. Это, по-моему, объясняется главным образом тем, что: а) современная наука возникла в противовес аристотелевской науке и в борьбе с ней; б) в нашем сознании утвердились историческая традиция и ценностные критерии историков XVIII и XIX вв. Действительно, этим последним, для которых ньютоновские концепции были не только истинны, но также очевидны и естественны, сама идея конечного Космоса казалась смешной и абсурдной. Действительно, как только не насмехались над Аристотелем за то, что тот наделял мир определенными размерами; думал, что тела могут двигаться, даже если их не тянут или толкают внешние силы; верил, что круговое движение является особо значимым, и потому называл его естественным движением!

Однако сегодня мы знаем – но еще не до конца *осознали и приняли*, – что все это не столь уж смешно и что Аристотель был гораздо более прав, чем сам это осознавал. Прежде всего, круговое движение действительно представляется наиболее распространенным в мире и особо значимым; все вертится вокруг чего-либо и обращается вокруг своей оси – галактики и туманности, звезды, солнца и планеты, атомы и электроны... даже фотоны и те, кажется, не составляют исключения.

Что же касается спонтанного движения тел, то благодаря Эйнштейну мы знаем теперь, что локальная кривизна пространства превосходным образом вполне может вызывать движения такого рода; точно так же мы знаем (или думаем, что знаем), что наша Вселенная отнюдь не бесконечна – хотя и не имеет границ, в противовес тому, что думал Аристотель, – и что вне этой Вселенной абсолютно ничего нет, так как нет никакого “вовне”, и что все пространство находится “внутри” (“изнутри”).

Но об этом как раз и говорил Аристотель, который, не имея в своем распоряжении средств римановой геометрии, ограничивался

утверждением, что вне мира нет ничего — ни абсолютной заполненности, ни пустоты — и что все “места”, т. е. все пространство, находятся внутри.

Аристотелевская концепция не является концепцией математической — и в этом ее слабость; в этом также и ее сила: это метафизическая концепция. Аристотелевский мир не наделен геометрической кривизной, он, если можно так выразиться, искривлен метафизически.

Современные космологи, пытаясь объяснить нам структуру эйнштейновского или постэйнштейновского мира с его искривленным и конечным, хотя и безграничным пространством, обычно говорят, что все это довольно трудные математические понятия и что те из нас, кто не имеет необходимого математического образования, не в состоянии как следует их понять. Конечно, это верно. В этой связи, однако, достаточно занятным представляется тот факт, что, когда средневековые философы должны были разъяснять профанам — или своим ученикам — космологию Аристотеля, говорили нечто подобное, а именно: речь идет об очень трудных метафизических понятиях, и те, кто не обладает соответствующим философским образованием и не умеет отвлечься от геометрических представлений, не смогут их понять и продолжают задавать нелепые вопросы типа: “А что находится вне мира?”. или: “А что будет, если проткнуть палкой самую крайнюю оболочку небесного свода?”

Действительная трудность аристотелевской концепции состоит в необходимости “вместить” евклидову геометрию внутрь неевклидовой Вселенной, в метафизически искривленное и физически разнородное пространство. Признаемся, что Аристотель абсолютно не был этим озабочен, ибо геометрия отнюдь не являлась для него фундаментальной наукой о реальном мире, которая выражала сущность и глубинное строение последнего; в его глазах геометрия была лишь некоторой абстрактной наукой, неким вспомогательным средством для физики — истинной науки о сущем.

Фундамент истинного знания о реальном мире составляет для него восприятие — а не умозрительные математические построения; опыт — а не априорное геометрическое рассуждение.

Намного более сложная ситуация предстала между тем перед Платоном, который предпринял попытку сочетать идею Космоса с попыткой сконструировать телесный мир становления, движения и тел, отправляясь от пустоты (*χώρα*), или чистого, геометризованного пространства. Выбор между этими двумя концепциями – космического порядка и геометрического пространства – был неизбежен, хотя он и был произведен лишь позднее, в XVII в., когда творцы новой науки, приняв за основу геометризацию пространства, вынуждены были отбросить концепцию Космоса.

Представляется совершенно очевидным, что эта революция, заменившая качественный мир здравого смысла и повседневного опыта архимедовым миром формообразующей геометрии, не может быть объяснена влиянием опыта, более богатого и обширного по сравнению с тем опытом, которым располагали древние вообще и Аристотель в частности.

В самом деле, как уже довольно давно показал П. Таннери, именно потому, что аристотелевская наука основывалась на чувственном восприятии и была действительно *эмпирической*, она гораздо лучше согласовывалась с общепризнанным жизненным *опытом*, чем галилеева или декартова наука. В конце концов, тяжелые тела *естественно* падают вниз, огонь *естественно* взмывает вверх, солнце и луна восходят и заходят, а брошенные тела не сохраняют без конца прямолинейности своего движения...

Инерционное движение не является экспериментальным фактом; на деле повседневный опыт постоянно ему противоречит. Что касается пространственной бесконечности, то совершенно очевидно, что она не может быть объектом опыта. Бесконечность, как отметил уже Аристотель, не может быть ни задана, ни преодолена. Какой-нибудь миллиард лет ничто в сравнении с вечностью; миры, открывшиеся нам благодаря гигантским телескопам (даже таким, как Паломарский), в сравнении с пространственной бесконечностью не больше, чем мир древних греков. А ведь пространственная бесконечность является существенным элементом аксиоматической субструктуры новой науки; она включена в законы движения, в частности закон инерции.

Наконец, что касается “опытных данных”, на которые ссылаются основоположники новой науки, и особенно ее историки, то они равным счетом ничего *не доказывают*, потому что:

а) так, как эти опыты были произведены – я показал это в исследовании, посвященном измерению ускорения в XVII в., – они вовсе не точны;

б) для того чтобы они были значимыми, их необходимо бесконечно экстраполировать;

в) они якобы должны доказать нам существование некоторого явления – например, того же инерционного движения, – которое не только не могло и не сможет наблюдаться, но, более того, само искомое существование которого в полном и строгом смысле слова невозможно.

Рождение новой науки совпадает с изменением – мутацией – философской установки, с обращением ценности, придаваемой теоретическому познанию в сравнении с чувственным опытом, совпадает с открытием позитивного, характера понятия бесконечности. Поэтому представляется вполне приемлемым мнение, согласно которому инфинитизация Вселенной – “разрыв круга”, как говорит Николсон, или “раскалывание сферы”, как я сам предпочитаю это называть, – стала делом “чистого” философа Джордано Бруно и на основании научных – эмпирических – доводов резко оспаривалась Кеплером.

Вне всякого сомнения, Джордано Бруно не очень уж крупный философ и слабый ученый, а доводы, приводимые им в пользу бесконечности пространства и умозрительной первичности бесконечного, не очень убедительны (Бруно не Декарт). Тем не менее этот пример не единственный – их много не только в философии, но и в чистой науке: вспомним Кеплера, Дальтона или даже Максвелла в качестве примеров того, как ошибочное рассуждение, основанное на неточной посылке, привело к далеко идущим последствиям.

Революция XVII в., которую я некогда назвал “реваншем Платона”, была на деле следствием некоторого союза. Союза Платона с Демокритом. Станный союз! Право же, случается в истории, что Великий Турок вступает в союз с Христианнейшим Королем (Людовиком IX) (по принципу: враги наших врагов – наши друзья); или, если обратиться к истории научно-философской мысли, что может быть нелепее сравнительно недавнего союза Эйнштейн – Мах?

Демокритовы атомы в платоновском – или евклидовом – пространстве: стоит об этом подумать, и отчетливо понимаешь, почему Ньютону понадобился бог для поддержания связи между составными элементами своей Вселенной. Становится понятным также и странный характер этой Вселенной – по крайней мере как мы его понимаем: XIX век слишком свыкся с ним, чтобы замечать всю его странность. Материальные объекты Вселенной Ньютона (являющиеся объектами теоретической экстраполяции) погружены в неотвратимое и непреходящее небытие абсолютного пространства, являющееся объектом априорного знания, *без малейшего взаимодействия с ним*. В равной мере становится понятной строгая импликация этого абсолютного, вернее сказать, *этих* абсолютных пространства, времени, движения, полностью познаваемых только чистым мышлением через посредство относительных данных – относительных пространства, времени, движения, которые единственно нам доступны.

Новая наука, наука Ньютона, нерасторжимо связала себя с концепциями абсолютного пространства, абсолютного времени, абсолютного движения. Ньютон – столь же хороший метафизик, сколь хороший физик и математик, – прекрасно сознавал это, впрочем, как и его великие ученики Маклорен и Эйлер и величайший из них – Лаплас: только при наличии этих оснований его работа “Аксиомы, или Законы движения” (*Axiomata, sive leges motus*) имеет значение и даже обретает свой смысл.

Более того, история дает нам и контрпримеры. Достаточно вспомнить Гоббса, который отрицал существование отдельного от тел пространства и поэтому не понял новую галилееву, декартову концепцию движения. Но может быть, Гоббс – плохой пример? Он не был силен в математике. Недаром Джон Валлис заметил однажды, что легче научить говорить глухонемого, чем разъяснить доктору Гоббсу смысл геометрического доказательства. Лейбниц, математический гений которого не уступал никому (*nulli secundus*), является более удачным свидетелем. И вот парадоксальным образом именно концепция Гоббса послужила моделью для динамики Лейбница. Дело в том, что Лейбниц, так же как Гоббс, никогда не допускал существования абсолютного пространства и потому так никогда и не понял истинного смысла принципа инерции.

Но – не было бы счастья, да несчастье помогло – как бы иначе смог он прийти к принципу наименьшего действия? Наконец, можно вспомнить не кого иного, как Эйнштейна: ясно, что в его физике отрицание абсолютного движения и абсолютного пространства немедленно влечет за собой отрицание принципа инерции.

Но вернемся к Ньютону. Возможно, говорит он, что в мире не существует какого-либо тела, действительно находящегося в абсолютном покое; более того, если бы оно даже и существовало, мы не смогли бы отличить его от тела, находящегося в равномерном движении. Точно так же, как мы не можем сейчас и не сможем в будущем (вопреки тому, на что Ньютон, кажется, надеялся) определить абсолютное – равномерное – движение тела, т. е. его движение по отношению к пространству; мы можем определить только его относительное движение, т. е. его движение по отношению к другим телам, причем об абсолютном движении последних – поскольку речь идет не об ускоренном, а о равномерном движении – мы столь же мало знаем, сколь и о движении первого. Но это отнюдь не противоречит понятиям пространства, времени, абсолютного движения, а, наоборот, является строгим следствием самой их структуры. Более того, бесконечно мало вероятно, чтобы в ньютоновском мире некое тело когда-либо находилось в состоянии абсолютного покоя; и совсем уже невозможно, чтобы оно когда-либо находилось в состоянии равномерного движения. Вместе с тем ньютоновская наука не может не пользоваться этими понятиями.

В ньютоновском мире и в ньютоновской науке – в противовес тому, что думал о них Кант, который их не понял (но именно основанная на таком непонимании кантовская интерпретация проложила путь новой эпистемологии и метафизике, потенциальным основаниям новой, не ньютоновской науки), – не условия познания определяют условия феноменологического бытия объектов этой науки – или сущего (*des étants*), – но, наоборот, объективная структура бытия определяет роль и значение наших познавательных способностей. Или, перефразируя старую формулу Платона, можно сказать, что в Ньютоновой науке и в Ньютоновом мире не человек, а бог является мерой всех вещей. Последователи Ньютона могли позволить себе забыть об этом, полагая, что больше не нуждаются в гипотезе о боге – этих “строительных лесах”,

уже не нужных построенному зданию. Они ошиблись: лишенный своих божественных подпорок, Ньютонов мир оказался непрочным и неустойчивым – столь же непрочным и неустойчивым, сколь смененный им мир Аристотеля.

Обрисованная в общих чертах интерпретация истории и структуры науки Нового времени пока еще не является общепринятой. Хотя, как мне представляется, она находится на пути к этому, все же до пункта прибытия дорога предстоит еще неблизкая. Действительно, наиболее распространенная ныне интерпретация достаточно отличается от представленной выше и носит зачастую позитивистский, прагматический характер. Историки позитивистского направления, характеризующая творчество Галилея или Ньютона, делают упор на экспериментальных, эмпирических, феноменологических аспектах или сторонах их учения, на их стремлении не доискиваться причин, а лишь выявлять законы, на отказе от вопроса “почему?” путем замены его вопросом “как?”.

Такая интерпретация не лишена, разумеется, исторических оснований. Роль эксперимента или, точнее, экспериментирования в истории науки совершенно очевидна. Труды Гильберта, Галилея, Бойля и т. д. изобилуют восхвалениями экспериментальных методов, противопоставляемых бесплодию умозрительных спекуляций. Что же касается предпочтения, отдаваемого поискам законов, а не причин, то широко известен замечательный пассаж Галилеевых “Бесед”, где говорится, что было бы *бесплодным* и бесполезным занятием обсуждать каузальные теории тяжести, предлагаемые его предшественниками и современниками, ввиду того, что никто не знает, что такое тяжесть – ибо это только название, – и что гораздо лучше довольствоваться установлением математического закона падения.

Всем также известен не менее замечательный пассаж из Ньютонных “Начал”, где по поводу все той же тяжести, превратившейся к тому времени во всемирное тяготение, автор говорит, что он “причину... свойств силы тяготения... до сих пор не мог вывести “из явлений” и что он в этом плане “не измышляет” никаких гипотез. И продолжает: “Все же, что не выводится из явлений, должно называться *гипотезою*, гипотезам же метафизическим, механическим, скрытым свойствам не место в экспериментальной философии.

В такой философии предложения выводятся из явлений и обобщаются с помощью наведения”. Другими словами, устанавливаемые экспериментом отношения посредством индукции трансформируются в законы. Так что неудивительно, что для большого числа историков и философов этот легалистский, феноменистический или, более общо, позитивистский аспект науки Нового времени представляется выражающим самую ее сущность или по крайней мере принадлежность и что они противопоставляют эту науку реалистской и дедуктивной науке средневековья и античности.

Хотелось бы, однако, выдвинуть следующие возражения против этой интерпретации.

1. В то время как легалистская тенденция науки Нового времени несомненна и, более того, оказалась чрезвычайно плодотворной, позволив ученым XVIII в. посвятить себя математическому исследованию фундаментальных законов Ньютоновой Вселенной – исследованию, достигшему своих вершин в замечательных трудах Лагранжа и Лапласа (хотя, по правде говоря, один из законов, а именно закон тяготения, они трансформировали в соотношение *причины и силы*, – феноменистический характер этой науки гораздо менее очевиден. Действительно, причинно не объясненные – или необъяснимые – законы устанавливают связь не между *явлениями*, а между мысленными объектами. Действительно, в качестве *соотносящихся* (*relata*) или в качестве оснований (*fundamenta*) устанавливаемых наукой математических отношений выступают не объекты нашего повседневного быта, а абстрактные объекты – частицы и атомы Ньютонова мира.

2. Позитивистские автоинтерпретации и самоограничения науки отнюдь не продукты Нового времени. Они, как установили уже Скъапарелли, Дюгем и другие исследователи, почти так же стары, как и сама наука, и, как и все остальное – или почти как все остальное, – были придуманы древними греками. Александрийские астрономы объясняли, что целью астрономической науки является не открытие реального механизма движения планет, который, впрочем, вообще непознаваем, а только лишь спасение феноменов: на базе эмпирических наблюдений, путем некоторого ловкого математического приема – сочетания системы воображаемых окружностей и движений – рассчитать и *предсказать* положения планет, которые можно будет наблюдать.

Впрочем, к этой же прагматистской и позитивистской эпистемологии прибегнул в 1543 г. Осияндер, чтобы с ее помощью замаскировать революционное воздействие творения Коперника. И именно *против* такой искажающей позитивистской дезинтерпретации столь яростно выступал великий основатель новой астрономии Кеплер и так же как Галилей и даже Ньютон, который, вопреки своему знаменитому “гипотез не измышляю”, построил в “Математических началах натуральной философии” не только реалистическую, но даже каузальную науку.

Несмотря на отказ – временный или даже окончательный – от поиска *механизма, производящего* притяжение, а также несмотря на отрицание физической реальности действия на расстоянии, Ньютон тем не менее считал притяжение *реальной* – трансфизической – силой, на которой основана “математическая сила” его конструкции. Предком позитивистской (физической) науки является не Ньютон, а Мальбранш.

Действительно, отказ Ньютона от физического объяснения притяжения, так что это последнее полагается неким трансфизическим действием, лишен смысла с позитивистской точки зрения. Согласно последней, мгновенное дальноедействие, как некогда объяснил Э. Мах, а недавно – П. Бриджмен, вовсе не заслуживает осуждения: требовать временной или пространственной непрерывности – значит связывать себя предрассудком.

Наоборот, как для Ньютона, так и для лучших его последователей, действие на расстоянии через пустоту всегда было чем-то невозможным и, следовательно, недопустимым. Именно это убеждение, которое, как я только что указал, могло опираться на авторитет самого Ньютона, сознательно вдохновляло творчество Эйлера, Фарадея, Максвелла и, наконец, Эйнштейна. Как мы видим, не позитивистская установка, а совсем противоположное ей новое ключевое научное понятие *математического реализма*, фундаментальное значение которого прекрасно показал Эйнштейн, лежит в основании физики поля.

Итак, мне представляется правомерным сделать, хотя бы в первом приближении, два вывода из уроков, преподанных нам историей.

1. Позитивистский отказ – уступка – является лишь этапом временного отступления. И хотя человеческий разум в своем стремлении к знанию периодически отступает на эту позицию, он никогда не считает ее – по крайней мере до сих пор так было – решительной и

окончательной. Рано или поздно он переставал ставить себе в заслугу эту ситуацию. Рано или поздно он возвращается к своей задаче и вновь устремляется на поиски бесполезного или невозможного решения проблем, которые объявляли лишенными всякого смысла, пытаясь найти причинное и реальное объяснение установленных и принятых им законов.

2. Философская установка, которая *в конечном счете* оказывается правильной, – это не концепция позитивистского или прагматистского эмпиризма, а, наоборот, концепция математического реализма; короче говоря, не концепция Бэкона или Конта, а концепция Декарта, Галилея и Платона.

Думаю, что, располагая я временем, я мог бы привести совершенно сходные примеры из других областей науки. Можно было бы, например, проследить за ходом развития термодинамики после Карно и Фурье (как известно, именно лекции Фурье вдохновили Огюста Конта на создание его системы) и увидеть, чем она стала в руках Максвелла, Больцмана и Гиббса, не забывая о реакции Дюгема, полное фиаско которой столь же показательно.

Мы могли бы проследить за эволюцией химии, которая, несмотря на – вполне “резонную” – оппозицию многих великих химиков, заменила *закон* кратных отношений лежащей в глубинной основе атомистической и структурной концепцией действительности и тем самым нашла истинное объяснение этого закона.

Мы могли бы проанализировать историю периодической системы, которую недавно мой друг и коллега Г. Башляр представил нам в качестве образца “целостного плюрализма”, и проследить, чем эта система стала в руках Резерфорда, Мосли и Нильса Бора.

Или возьмем, к примеру, историю принципов сохранения, принципов, если угодно, метафизических, для подтверждения своей истинности требующих постулирования, время от времени, существования неких гипотетических объектов – например, *нейтрино*, – к моменту постулирования еще не наблюдаемых (или даже вообще ненаблюдаемых), с одной-единственной целью: сохранить в силе действенность этих принципов.

Я думаю, что мы пришли бы к совершенно аналогичным выводам, если бы проанализировали историю научной революции нашего времени (мне кажется, что для этого уже открывается возможность).

Вне всякого сомнения, именно философские размышления вдохновляли Эйнштейна в его творчестве, так что о нем, как и о Ньютоне, можно сказать, что он в такой же степени философ, в какой и физик. Совершенно ясно, что в основе его решительного и даже страстного отрицания абсолютного пространства, абсолютного времени и абсолютного движения (отрицания, в некотором смысле являющегося продолжением того, что Гюйгенс и Лейбниц некогда противопоставляли этим же понятиям) лежит некоторый метафизический принцип.

Но это отнюдь не означает, что абсолюты как таковые полностью упразднены. В мире Эйнштейна и в эйнштейновской теории имеются абсолюты (которые мы скромно именуем инвариантами или константами и которые заставили бы содрогнуться от ужаса любого ньютонианца, услышав о них), такие, например, как скорость света или полная энергия Вселенной, но только это абсолюты, не вытекающие непосредственно из самой природы вещей.

Зато абсолютное пространство и абсолютное время, принятые Ньютоном без колебаний (так как бог служил им основанием и опорой), представились Эйнштейну ничего не значащими фантомами совсем не потому – как иногда говорят, – что они не ориентированы на человека (интерпретация в духе Канта представляется мне столь же ложной, сколь и позитивистская), а потому, что они суть не что иное, как некие пустые вместилища, безо всякой связи с тем, что содержится внутри. Для Эйнштейна, как и для Аристотеля, время и пространство находятся во Вселенной, а не Вселенная “находится во” времени и пространстве. Поскольку не существует непосредственного физического действия на расстоянии (как не существует и бога, способного заметить это отсутствие), то время связано с пространством и движение оказывает воздействие на движущиеся тела. Но теперь уже ни бог, ни человек не выступают в качестве меры всех вещей как таковых: такой мерой отныне становится сама природа.

Вот почему теория относительности – столь неудачно названная – поистине утверждает абсолютную значимость законов природы, которые должны формулироваться таким образом, чтобы быть

познаваемыми и верными для всякого познающего субъекта, – субъекта, разумеется, конечного и имманентного миру, а не трансцендентного субъекта, каким является ньютоновский бог.

К сожалению, у меня нет возможности развить здесь некоторые из сделанных в отношении Эйнштейна замечаний. Но все же я считаю, что сказанного достаточно, чтобы показать абсолютную неадекватность распространенной позитивистской интерпретации его творчества и заставить почувствовать глубокий смысл его решительной оппозиции индетерминизму квантовой физики. И речь здесь идет отнюдь не о каких-то личных предпочтениях или привычках мышления: налицо противостоящие друг другу философии. Вот почему сегодня, как и во времена Декарта, книга физики открывается философским трактатом. Ибо философия – быть может, и не та, которой обучают ныне на философских факультетах, но так же было во времена Галилея и Декарта, – вновь становится корнем дерева, стволом которого является физика, а плодом – механика.

Койре А. О влиянии философских концепций на развитие научных теории // Койре А. Очерки истории философской мысли. – М., 1985, с. 12–25

Іван Рожанський

Рожанський Іван Дмитрович (1913–1994) – видатний російський історик науки. Народився у Харкові. У 1935 році закінчив фізико-механічний факультет Ленінградського політехнічного інституту. У 1940 р. захистив кандидатську дисертацію з теоретичної фізики. У тому ж році був призваний до армії. Учасник Великої Вітчизняної війни. Демобілізований у 1949 році. Відтоді працював в апараті Президії АН СРСР. У 1966 р. перейшов до Інституту історії природознавства і техніки, де спеціалізувався з історії античної науки і філософії. У 1974 році захистив дисертацію на ступінь доктора філософських наук. Основні праці: “Анаксагор. У истоков европейской науки” (1972), “Развитие естествознания в эпоху античности” (1979). “Античная наука” (1980), “История естествознания в эпоху эллинизма и Римской империи” (1988).

Ми наводимо тут фрагмент з його останньої монографії 1986 року.

И. Д. Рожанский. История естествознания в эпоху эллинизма и Римской империи (1986)

Александрійская наука

В своем капитальном труде по истории эллинистической культуры немецкий исследователь Карл Шнейдер подвергает критике широко распространенное представление о том, что эллинизм был временем расцвета науки, когда точные науки окончательно отделились от философии и завоевали самостоятельное положение в качестве специальных дисциплин, во многом определивших характер всей эпохи.

Против этого представления названный автор выдвигает следующие возражения.

Первое. Научная работа в эпоху эллинизма велась лишь в очень небольшом числе культурных центров – прежде всего, в Александрии, затем в Пергаме и некоторых других малоазиатских городах (Милет, Эфес, Лампсак), на острове Родос и благодаря Архимеду в Сиракузах. Характеризовать эллинизм в целом как эпоху расцвета, наук было бы совершенно неправильно.

Второе. В хронологическом плане основные научные достижения эпохи эллинизма относятся лишь к сравнительно узкому временному интервалу. Александр Македонский окружил себя штабом ученых,

но, помимо нескольких философов и историков, это были в основном практики, главным образом офицеры инженерных служб. Научная работа в армии Александра сводилась, прежде всего, к уточнению географических карт, а также к сбору материалов, которые отправлялись в Грецию (прежде всего в Ликей). В Александрии расцвет науки приходится на III столетие до н. э., а начиная с первых десятилетий II в. до н. э. там уже не было создано ничего значительного, во всяком случае, в области точных наук. В Сиракузах всякая научная деятельность прекратилась после их завоевания римлянами. Что касается Пергама, то там вообще преобладали гуманитарные (исторические и филологические) исследования.

Третье. Размежевание специальных наук и философии так до конца и не было осуществлено. В греческом мышлении слишком сильно укоренилось стремление отыскивать “причины” в ущерб систематическим опытным исследованиям. Свободному развитию античного естествознания препятствовал ряд философских догм: в физике – аристотелевское учение об энтелехии, в астрономии – догма круговых движений и убеждение в центральном положении Земли. Натурфилософские спекуляции стоиков и эпикурейцев не только не способствовали развитию положительных наук, но оказывались тормозом для прогресса научной мысли. Но особенно губительное воздействие на науку оказал возникший во II в. до н. э. неопифагореизм, продолживший путь к распространению в эллинистическом мире оккультных псевдонаук.

Четвертое. Характер эллинистического мышления, его склонность к эстетизации природы и к ее буколической идеализации отнюдь не содействовали выработке трезвого подхода к изучению природных явлений. Давали себя знать и рецидивы мифологических представлений. По-прежнему культивировалась вера в универсальную непогрешимость авторитета Гомера.

Пятое. Характерной чертой эллинистической науки была любовь к систематизации и к каталогизации самых различных классов явлений в ущерб их непредвзятому изучению. Этот дефект был в большой степени присущ деятельности александрийского Мусейона.

Шестое. Перечисленные минусы эллинистической науки способствовали развитию скептического отношения к научным исследованиям

вообще. Скептицизмом были заражены широкие круги античного общества; под его влияние подпали даже многие серьезные врачи, выражавшие сомнение в плодотворности научного изучения человеческого организма.

Все эти черты существенным образом отличали эллинистическую науку от науки нашего времени и способствовали тому, что вслед за кратковременным взлетом в III в. до н. э., античная наука начала обнаруживать черты упадка и деградации.

Приведенные соображения авторитетного немецкого ученого представляются весьма убедительными. Эпоху эллинизма действительно нельзя назвать “веком науки” в том смысле, в каком это наименование прилагалось, например, к XIX столетию нашей эры. Нет смысла спорить против утверждения, что эллинистическая наука не стала повседневным явлением греческого быта, каким, несомненно, были литература, искусство или религия. И все перечисленные черты эллинистической науки действительно были присущи греческой науке III–II вв. до н. э., в особенности на ее среднем уровне.

Но наряду с этим средним уровнем наука того времени продемонстрировала достижения такого масштаба, которые позволяют говорить о подлинном взлете научного мышления, подобного которому мы не знаем ничего во всей предыдущей истории человечества. Ведь именно тогда, в III в. до н. э., и прежде всего в Александрии, был заложен фундамент позднейшего математического естествознания. То, что было создано в этом веке и немного позднее Эвклидом, Аристархом, Архимедом, Аполлонием из Перги, стало нетленным сокровищем европейской науки, не до конца понятым современниками, в большей своей части забытым потомками, но через много веков оказавшим решающее воздействие на зарождение новой науки, — науки Коперника, Галилея, Кеплера и Ньютона. Это был грандиозный прорыв в будущее. И то, что этот прорыв произошел именно в эпоху эллинизма, никак нельзя считать случайностью: это был феномен, кажущийся загадочным и требующий объяснения, но безусловно закономерный.

Разумеется, для того чтобы такой взлет научной мысли оказался возможным, необходимы были соответствующие предпосылки — как внутренние, так и внешние. Внутренние предпосылки определялись

развитием греческой науки в предшествующую эпоху, внешние – общественными условиями, способствовавшими успешной деятельности греческих ученых в III в. до н. э.

Проследивая прогресс греческой научной мысли в эпоху классической античности, мы обнаружим, что до середины IV в. только одна научная дисциплина была вправе претендовать на наименование науки в строгом и точном смысле этого слова. Этой дисциплиной была математика. Греческая математика V–IV вв. не только имела бесспорные и значительные достижения, но она ясно осознала свой предмет и – что еще важнее – выработала свой специфический метод исследования, а именно метод математической дедукции, который до нашего времени остается основным методом математических дисциплин. После того как математика перестала быть эзотерической привилегией одной лишь пифагорейской школы и ею стали заниматься многие ученые в разных концах греческого мира, мы можем констатировать в этой области несколько научных достижений первостепенного значения. К числу этих достижений мы отнесем:

- разработку геометрической алгебры, позволившей методами геометрии решать многие алгебраические задачи;
- первые попытки создания дедуктивной геометрии, в которой свойства геометрических фигур и соотношения между ними выводятся чисто логическим путем из небольшого числа исходных положений (в конце V в. Гиппократ Хиосский, а в IV в. – непосредственные предшественники Эвклида – Февдий и Неон);
- создание теории делимости целых чисел и теории пропорций (Архит);
- теорию квадратичных иррациональных величин (Теэтет);
- метод “исчерпывания” Эвдокса, представлявший собой прообраз будущей теории пределов;
- общую теорию отношений Эвдокса, глубина которой была по настоящему оценена лишь во второй половине XIX в., когда трудами Дедекинда и других математиков были заложены основы современной теории вещественных чисел.

В свете этих замечательных достижений работы Эвклида, Архимеда и Аполлония из Перги уже не могут казаться чем-то неожиданным

и необъяснимым. По сути дела, они лишь блестяще продолжили дело своих непосредственных предшественников. Становится также понятным, почему высшие достижения эллинистической науки относились к области математики. В III в. до н. э. область применения математики была распространена и на другие науки – не только на астрономию (это сделал уже Эвдокс в IV в.), но также на оптику, механику, гидростатику. Начал вырисовываться комплекс наук, получивших впоследствии наименование математического естествознания.

Что касается внешних причин, способствовавших развитию науки в III в. до н. э., то тут в первую очередь надо отметить государственное покровительство, которое оказывалось ученым со стороны эллинистических монархов, и прежде всего со стороны Птолемеев.

Надо отметить, что меценатство было далеко не новой чертой античной культуры. Оно существовало в эпоху тиранов VII–VI вв. до н. э. и в дальнейшем возрождалось практически везде, где во главе государства оказывались единоличные правители. Поликрат Самосский и Писистрат Афинский, в какой-то степени и Перикл, тираны Сицилии, предок Филиппа II македонский царь Архелай – все они были известны в качестве покровителей выдающихся деятелей греческой культуры. Но в эти старые времена меценатство распространялось в основном на представителей литературы и искусства и почти не касалось ученых (исключение составлял разве что один Анаксагор), деятельность которых имела частный характер и, как правило, не возбуждала со стороны правителей сколько-нибудь значительного интереса.

Историческая заслуга Птолемеев состояла в том, что они впервые решили стимулировать научную деятельность ради нее самой – как путем непосредственной оплаты труда ученых, так и путем создания государственных учреждений, которые создавали благоприятные условия для научной работы. Мы не будем гадать по поводу субъективных причин, которые побудили Птолемеев занять такую позицию. Обычно считается, что большую роль в этом вопросе сыграли рекомендации перипатетика Деметрия Фарерского, переселившегося в Александрию в 307 г. и до самой смерти Птолемея I Сотера бывшего его ближайшим советником.

Учреждений, связанных с научной работой и содержавшихся на средства царской казны, в Александрии было два: знаменитая

Библиотека и Мусейон. Источники обычно указывают на Птолемея II Филадельфа как создателя этих учреждений. Но можно считать несомненным, что замысел их создания возник уже при Сотере.

Ранее уже существовали библиотеки, или, лучше сказать, собрания рукописей, находившихся во владении тиранов (Поликрата, Писистрата) и небольшого числа частных лиц. Мы уже упоминали, что значительная на то время библиотека имела у Эврипида. Можно думать, что эти библиотеки (или коллекции) не были очень обширными и встречались не часто, что объяснялось прежде всего трудностями, связанными с размножением текстов. Тем не менее в конце V в. до н. э., по крайней мере в Афинах, появились книжные лавки, торговавшие папирусными свитками. ... В IV в. число библиотек увеличилось. Известно, что Аристотель собрал большую библиотеку в Ликее. Не исключено, что именно пример этой библиотеки побудил Деметрия Фалерского дать совет Сотеру приступить к организации царской библиотеки в Александрии, которая содержала бы всю имевшуюся к тому времени в списках греческую литературу как научного, так и художественного содержания.

Александрийская Библиотека состояла из двух частей – внутренней (или царской) и внешней. Первая из них находилась на территории дворцового комплекса и в период своего расцвета насчитывала более 400 тыс. свитков. Внешняя Библиотека, основанная позже царской (по-видимому, при Птолемеи III Эвергете), помещалась в Серапейоне – на территории храма Сераписа. Количество свитков в ней не превышало, по-видимому, 100 тыс., но она была более доступной, так как ею могли пользоваться лица, не обладавшие правом находиться на территории дворца.

...По свидетельству Галена, этот царь издал указ, согласно которому все корабли, прибывавшие в Александрию, подлежали обыску на предмет изъятия находившихся на борту рукописей. Эти рукописи немедленно переписывались писцами Библиотеки, причем хозяевам возвращались красиво оформленные копии. Приобретенные этим способом свитки снабжались ярлыками ἐκ πλοίων (“с кораблей”) – вероятно для того, чтобы отличить их от свитков, купленных агентами Библиотеки на книжных рынках. До середины I в. Библиотека продолжала пользоваться покровительством царей и, по-видимому, процветала.

Вторым учреждением, определившим в научном мире славу Александрии, был Мусейон. Этим термином еще в давние времена назывались культовые центры, или святилища, создававшиеся в целях почитания муз. Такого рода святилище представляло собой обычно портик с алтарем, но не было храмом в собственном смысле слова. Между колоннами портика размещались статуи девяти муз. Часто с культом муз связывался погребальный культ, когда мусейон воздвигался в память конкретного лица, обычно кого-либо из умерших членов семьи. Родственники усопшего собирались в определенные дни в мусейоне, причем один из них исполнял обязанности жреца. В других случаях мусейоны служили местами собраний для литературных и артистических кружков.

...К сожалению, у нас нет описаний, которые относились бы к раннему периоду его существования; поэтому мы должны довериться свидетельству Страбона, посетившего Египет в 24–20 гг., т. е. уже в эпоху римского владычества. Страбон, в частности, пишет: “Мусейон также является частью помещения царских дворцов; он имеет место для прогулок, экседру (крытую галерею с сиденьями) и большой дом, где находится общая столовая для ученых, состоящих при Мусейоне. Эта коллегия ученых имеет не только совместный фонд, но и жреца – правителя Мусейона, который раньше назначался царем, а теперь – Цезарем”.

Каковы были направления научно-исследовательской деятельности, развивавшиеся в Мусейоне? Здесь перед нами открывается широкое поле для догадок и предположений, потому что ни один из крупных ученых III–II вв. не упоминается источниками в прямой связи с Мусейоном. Вполне естественным, однако, представляется предположение, что те ученые, которые в эту эпоху жили и сколько-нибудь длительное время работали в Александрии, были с Мусейоном в той или иной степени связаны. В первую очередь это относится к руководителям и сотрудникам царской Библиотеки, а также к тем представителям гуманитарных наук, которым в их литературной и филологической работе приходилось постоянно пользоваться Библиотекой. Несколько сложнее обстоит дело с естественными науками.

По крайней мере, одно направление принесло александрийской науке нетленную славу. Это была математика, точнее, геометрическая

алгебра, основы которой были изложены в Греции в V–IV вв. Возникновение александрийской математики связано с именем *Эвклида*, который был не только крупнейшим ученым, но, судя по всему, также замечательным педагогом и систематизатором. Капитальный труд его жизни – “*Элементы*” наложил глубокий отпечаток на все последующее развитие европейской науки. В этом труде основные достижения греческой математики V–IV вв. были изложены в дедуктивно-аксиоматической форме, которая осталась образцом и идеалом научной строгости для многих поколений учёных. Этой формой в дальнейшем пользовались далеко не только математики. Спиноза писал свою “*Этику*”, имея перед глазами “*Элементы*” Эвклида. Апофеозом Эвклидовой геометрии – не только по существу, но и по характеру изложения – явились “*Математические начала натуральной философии*” Ньютона. В школьных учебниках геометрия до самого недавнего времени излагалась “по Эвклиду”, а кое-где излагается так и теперь.

Прокл приводит известный анекдот о вопросе, который будто бы был задан Птолемею Эвклиду: “Нет ли в геометрии более краткого пути, чем [тот, который изложен] в “*Элементах*”?” – на что Эвклид якобы ответил, что “в геометрии не существует царской дороги”. Прокл пишет о том, что по своим склонностям Эвклид был платоником и хорошо знал философию Платона и что именно поэтому он закончил свои “*Элементы*” изложением свойств так называемых “*платоновских тел*” (т. е. пяти правильных многогранников). Не следует ли сделать вывод, что до своего приезда в Александрию (куда он прибыл, по-видимому, уже будучи зрелым математиком) Эвклид достаточно долгое время провел в Афинах и был тесно связан с Академией, в это время находившейся под руководством Ксенократа и (после 314 г.) Полемона? И не относится ли создание “*Элементов*” именно к этому, афинскому, периоду жизни Эвклида? Если бы эти предположения оказались верными, тогда удалось бы протянуть прямую линию преемственности от двух величайших философских школ Греции IV в. к александрийской науке. При этом оказалось бы, что Ликей определил главным образом организационные формы этой науки (Библиотека, Мусейон), а Академия через Эвклида способствовала утверждению в Александрии математики как ведущего направления научных исследований.

Коротко изложим структуру и содержание “Элементов” Эвклида.

Первые четыре книги “Элементов” посвящены геометрии на плоскости – в них представлен тот же материал, который предположительно уже содержался в книге Гиппократы Хиосского. Из этого, однако, не следует, что в своем изложении Эвклид просто повторял Гиппократы.

В особенности это относится к первой книге, начинающейся с определений, постулатов и аксиом. В числе постулатов имеется знаменитый (пятый) постулат о параллельных линиях, попытки изменения которого привели впоследствии к созданию неевклидовых геометрий. После того идут теоремы, устанавливающие важнейшие свойства треугольников, параллелограммов, трапеций. В конце Книги приводится теорема Пифагора.

Во второй книге излагаются: основы геометрической алгебры. Произведение двух величин трактуется в ней как прямоугольник, построенный на двух отрезках.

Дается геометрическая формулировка нескольких типов задач, эквивалентных задачам на квадратные уравнения.

Третья книга посвящена свойствам круга, его касательных и хорд.

Наконец, в четвертой книге рассматриваются правильные многоугольники. Строятся правильные n -угольники при $n = 3, 4, 5, 10, 15$, причем построение правильного 15-угольника принадлежит, по-видимому, самому Эвклиду.

Пятая и шестая книги “Элементов” отражают вклад Эвдокса в теорию отношений и ее применения к решению алгебраических задач. Особой законченностью отличаются пятая книга, посвященная общей теории отношений, охватывающей как рациональные, так и иррациональные величины.

Седьмая, восьмая и девятая книги посвящены арифметике, т. е. теории целых и рациональных чисел, разработанной, как указывалось выше, пифагорейцами не позднее V в. до н. э. Помимо теорем, относящихся к сложению и умножению целых чисел и умножению их отношений, здесь рассматриваются вопросы теории чисел: вводится “алгоритм Эвклида”, излагаются основы теории делимости целых чисел, доказывается теорема о том, что существует бесконечное множество простых чисел. Эти три книги написаны, по-видимому, на основе не дошедших до нас сочинений Архита.

Десятая книга, содержащая изложение результатов, полученных Теэтетом, посвящена квадратичным иррациональностям. Дается их классификация (биномиали, апотомы, медиали и т. д.).

В одиннадцатой книге рассматриваются основы стереометрии; здесь содержатся теоремы о прямых и плоскостях в пространстве, трехмерные задачи на построение и т. д.

В двенадцатой книге излагается метод исчерпывания Эвдокса, с помощью которого доказываются теоремы, относящиеся к площади круга и к объему шара, а также выводятся соотношения объемов пирамид и конусов с объемами соответствующих призм и цилиндров.

Основные результаты тринадцатой книги, посвященной пяти правильным многогранникам, принадлежат Теэтету. Позднее к “Элементам” были присоединены четырнадцатая и пятнадцатая книги, не принадлежавшие Эвклиду, а написанные позднее — одна во II в. до н. э., а другая в VI в. н. э. Об их содержании будет сказано ниже.

При всем богатстве материала, включенного в “Элементы” Эвклида, это сочинение отнюдь не было всеохватывающей энциклопедией античной математики. Так, в него не вошли теоремы о “луночках” Гиппократы Хиосского, а также три знаменитые задачи древности — об удвоении куба, трисекции угла и квадратуре круга. Мы не находим в нем также ни единого упоминания конических сечений, теория которых в это время уже начала разрабатываться (в том числе и самим Эвклидом).

...На основании косвенных соображений можно предположить, что у Эвклида учился Конон из Самоса — астроном и математик середины III в., с которым был близок Архимед во время своего пребывания в Александрии (судя по всему, не столь уж краткого). Именно Конон, бывший на 10–20 лет старше Архимеда, ввел последнего в круг математических проблем, которыми занимались александрийские ученые. О работах самого Конона известно мало. Сообщается, что он написал 7 книг по астрономии, к сожалению до нас не дошедших, назвал одно из созвездий северного полушария Волосами Береники (в честь жены Птолемея III Эвергета), а также предложил Архимеду заняться рядом геометрических задач, в том числе теорией открытой им спирали. Последняя задача была блестяще решена Архимедом в трактате “О

спиралях”, где, между прочим, предвосхищаются методы дифференциального исчисления. Письма Архимеда, которые он писал Конону после своего возвращения в Сиракузы, не сохранились, зато мы располагаем текстами пяти писем, посланных Архимедом ученику Конона Досифею (как раз в первом из них Архимед выражает соболезнование по случаю смерти Конона, последовавшей примерно в 240 г.). Каждое из писем есть законченная научная работа. Об одной из них (“О спиралях”) только что было сказано, в других же (“О квадратуре параболы”, два письма “О шаре и цилиндре”, “О коноидах и сфероидах”) Архимед вычисляет площади и объемы различных геометрических фигур, развивая метод “исчерпывания” Эвдокса и фактически подходя к понятию определенного интеграла. В этих работах Архимед предстает перед нами в качестве величайшего математика древности, предугадавшего будущее развитие методов математического анализа.

...Аполлоний из Перги был третьим великим математиком александрийской школы (к первым двум мы относим Эвклида и Архимеда). ...Основное сочинение Аполлония “Конические сечения” состояло из восьми книг. Только первые четыре дошли до нас в оригинальном греческом тексте; три последующие сохранились в арабском переводе, а последняя, восьмая, считается утерянной, хотя о ее содержании мы можем судить по изложению Паппа в его “Математическом сборнике”. Сам Аполлоний в предисловии к первой книге указывает, что первые четыре книги содержат общую аксиоматическую теорию предмета, а в остальных дается развитие найденных в первых книгах фундаментальных принципов.

Сама по себе идея конических сочинений не была новостью в греческой математике. Первым математиком, который еще в IV в. занялся исследованием этой проблемы (и, кстати сказать, ввел в употребление термин “конические сечения”), был ученик Эвдокса Менехм. Эта теория была развита в “Конических сечениях” Аполлония настолько полно и в такой законченной форме, что никто из последующих математиков древности не смог к ней добавить буквально ничего. Все доказательства Аполлония имеют чисто геометрический характер, и в этом отношении его труд представляет собой высшую точку, которой достигла греческая геометрическая алгебра. Перевод рассуждений

Аполлония на алгебраический язык был произведен в XVII в. создателями аналитической геометрии – Декартом и Ферма. Надо, однако, признать, что, и не пользуясь алгебраической символикой, Аполлоний в своем труде очень близко подошел к методам аналитической (и даже проективной) геометрии. Так, например, он классифицирует все три вида конических сечений по характеру определяющих их уравнений (по его терминологии, “симптомов”), хотя эти уравнения записываются им в словесно-геометрической форме. По сути дела, Аполлоний дал законченную теорию кривых второго порядка, причем эта теория была изложена им не только без каких-либо алгебраических символов, но даже без использования таких понятий, как “ноль” и “отрицательная величина”, которые еще не были известны греческой математике того времени.

...Теория конических сечений, разработанная великим математиком из Перги, осталась абстрактной математической теорией, не получившей никакого применения ни в математическом естествознании, ни в технике того времени (если не считать законов отражения света от параболических зеркал, сформулированных византийским математиком VI в. н. э. Анфемием, прославившимся главным образом в качестве строителя собора св. Софии в Константинополе). Так, например, несмотря на все успехи технической баллистики в эпоху эллинизма, осталось незамеченным то кардинальное обстоятельство, что тело, брошенное под углом к горизонту, летит по кривой, близкой к параболе. Своевременное уяснение этого факта (который был осознан лишь почти две тысячи лет спустя) могло бы послужить мощным импульсом к развитию динамики движущихся тел.

Другой капитальный просчет греческой науки состоял в неуклонной приверженности к догме круговых движений небесных тел. Двигутся ли планеты, согласно геоцентрической модели мира, вокруг Земли, или же Земля вместе с другими небесными телами совершает свои обороты вокруг Солнца, как с необычайной для своего времени смелостью предположил Аристарх Самосский, и в том и в другом случае движение считалось происходящим по круговым орбитам.

...Таким образом, теория конических сечений Аполлония была чисто математической теорией, созданной задолго до того, как представилась

реальная возможность её использования в каких-либо естественнонаучных дисциплинах. В истории науки можно указать и другие примеры подобного опережения математического мышления по сравнению с мышлением естественнонаучным – упомянем хотя бы теорию групп или неевклидову геометрию. Но теория конических сечений является в этом отношении особенно показательной...

...Несмотря на упадок научной жизни в Александрии в конце II и в I в., Библиотека и Мусейон оставались важнейшими достопримечательностями египетской столицы и худо ли бедно ли, но продолжали функционировать. Но в 47 г. наука древнего мира понесла тяжелый удар: в ходе так называемой “александрийской” войны, которую Юлий Цезарь вел во время своего пребывания в Египте, в прибрежных районах Александрии вспыхнул пожар, перекинувшийся на дворцовый комплекс. В результате этого пожара погибла значительная часть рукописей царской Библиотеки (точных масштабов этой катастрофы мы не знаем и, конечно, никогда не узнаем).

...Выше мы рассказали об исключительных достижениях александрийской математической школы. Однако, помимо математики и гуманитарных дисциплин, в каких еще областях велись исследования в александрийском Мусейоне при Птолемеях? В области астрономии – бесспорно; пример Эратосфена показывает, что и в области географии – также. Менее ясно, как обстоит дело с механикой: мы знаем о блестящих успехах, достигнутых в области пневматической техники александрийцем III в. до н. э. Ктесибием, а позднее Филоном из Византии (который также работал в Александрии); но проводились ли эти работы в рамках Мусейона? Известно, что античная наука (включая даже Архимеда) резко отмежевывалась от всякого рода технических приложений. Распространялась ли эта установка также и на деятельность членов Мусейона? И кем были написаны “Механические проблемы” – трактат, по традиции приписываемый Аристотелю, но, по всей видимости, принадлежащий какому-то александрийскому автору?

... Ясно одно: в дисциплинах, относящихся к описательному естествознанию, – каковыми являются зоология, ботаника, минералогия – александрийская наука не продемонстрировала какого-либо прогресса. Основополагающие труды Аристотеля и Феофраста исчерпали, как

тогда казалось, все существенное, что могло быть сказано по поводу этих разделов науки о природе (которая в то время именовалась физикой). На трудах Аристотеля основан как каталог птиц, составленный поэтом Каллимахом, так и зоологический сборник уже упоминавшегося выше грамматика Аристофана из Византии. Характерно, что эти работы, имевшие чисто популяризаторский характер, были написаны представителями гуманитарных дисциплин, причем в них уже чувствуется склонность к чудесному и сказочному, оказавшая столь вредное влияние на развитие естествознания в эпоху поздней античности.

Рожанский И.Д. История естествознания в эпоху эллинизма и Римской империи. – М., 1986, с.121–135, 145–149.

Ханс Вусінг



Вусінг Ганс-Людвіг (1927 р. н.) – видатний німецький історик науки. Народився у м. Вальдхаймі (Німеччина). Навчався у Вальдхаймі, а з 1947 до 1952 вивчав математику та фізику в університеті Лейпцига. Там він склав іспит у 1952 році, а в 1956 йому було присуджено науковий ступінь. З 1956 по 1966 він працював асистентом в Карл-Зюдхоф-Університеті з історії медицини та природничих наук

при університеті Лейпцига. З 1966 по 1968 Вусінг працював доцентом, а з 1968 – професором історії математичних та природничих наук. Після того, як він став керівником одного з відділів Карл-Зюдхоф-Університету, Вусінг очолював інститут з 1977 по 1982. В 1984 він став постійним членом Саксонської Академії Наук в м. Лейпциг. У 1992 Вусінг йде на пенсію.

Вусінг – автор багатьох наукових публікацій. Тут ми наводимо фрагмент однієї з останніх його книг.

H. Wußing. Mathematik in griechisch-hellenistischer Zeit und Spätantike (2008)

Mit dem Begriff “Antike” verbinden wir eine Fülle von Assoziationen über eine grosartige Entwicklung in der Menschheitsgeschichte: Kunst und Philosophie, Dichtkunst und Geschichtsschreibung, Demokratie und Staatskunst, Naturwissenschaften, Mathematik und Technik, Theater, Baukunst und bildende Kunst, Kriegskunst, Kodifizierung der Rechtssprechung, Münzwesen und gesellschaftliche Differenzierung, eine Götterwelt mit menschlichen Zügen – kurz: Assoziationen zu allen Bereichen gesellschaftlichen Lebens.

Viele Gestalten jener Zeit stehen exemplarisch für die Welt der Antike; ihre Namen sagen uns noch immer viel über die Geschichte der Antike mit ihren Höhen und Tiefen: Der altgriechische Epiker Homer mit seinen Werken Ilias und Odyssee; der athenische Reformator des Rechtswesens, Solon; die griechische Lyrikerin Sappho; Pythagoras, der Schöpfer eines religiösen

Kultus mit mathematischer Orientierung; der athenische Staatsmann Perikles; der griechische Historiker Herodot; der athenische Bildhauer Phidias, wesentlich beteiligt am Bau der Akropolis; der Bildhauer Praxiteles; der Komödiendichter Aristophanes; die Tragödiendichter Aischylos, Euripides und Sophokles, deren Werke noch heute aufgeführt werden; die Philosophen Sokrates, Platon und Aristoteles; der makedonische Feldherr und Welteroberer Alexander der Grosse; der römische Feldherr und Diktator Caesar; die letzte ägyptische Königin Kleopatra; der römische Kaiser Trajan; der römische Kaiser Konstantin, unter dem das Christentum als gleichberechtigte Religion anerkannt wurde.

Zu dem Kreis der herausragenden Persönlichkeiten gehören selbstverständlich auch Mathematiker, unter ihnen Thales, Demokrit, Hippokrates von Chios, Pythagoras, Theodoros von Kyrene, Eudoxos, Euklid, Archimedes, Eratosthenes, Apollonios, Ptolemaios, Heron von Alexandria, Diophantos, Pappos von Alexandria, Hypatia.

Die im alten Ägypten, in Mesopotamien und im alten Indien gewonnenen und praktizierten mathematischen Kenntnisse erwecken unsere Bewunderung. In einigen Fällen finden sich sogar Beweise und theoretische Überlegungen.

Und doch: Im Vergleich dazu hat die griechische Mathematik einen grundsätzlich, einen prinzipiell neuen Stand erreicht. Eine historische Wende wurde vollzogen, hin zum Typ der modernen Mathematik.

Im 8. und 7. Jahrhundert v. Chr. bildete sich zunächst in den ionisch-griechischen Stadtstaaten Kleinasien – in Berührung mit mesopotamischen Traditionen und der persischen Ideologie – eine geistige Atmosphäre heraus, die der Entstehung wissenschaftlichen Denkens günstig war. Und so vollbrachten die Griechen unter neuen ökonomisch-politischen Bedingungen und begünstigt durch geographische und klimatische Umstände die große Leistung, aus einer nahezu empirisch entstandenen und oft nach Art von Rezepten betriebenen Mathematik eine systematische, logisch-deduktiv dargelegte, eigenständige Wissenschaft Mathematik mit spezifischen Zielsetzungen und Methoden gemacht zu haben. Das von ihnen geschaffene System der Geometrie wurde für zwei Jahrtausende das große Vorbild für den deduktiven Aufbau einer wissenschaftlichen Disziplin schlechthin und sollte sogar in der Neuzeit die Entwicklung der Mathematik nach Stil und Methode prägen.

In der Zeit von der Mitte des 2. Jahrtausends bis zum 8./7. Jahrhundert v. Chr. vollzogen sich im Osten des Mittelmeerraumes – in Kleinasien und im Vorderen Orient, im heutigen Griechenland und in Ägypten – weitreichende ökonomische, politische und soziale Veränderungen. Die politische Geschichte in jener Zeit und in jenem geographischen Raum verlief stürmisch. Um die Jahrtausendwende blieb Ägypten in der Entwicklung zurück und verlor seine dominierende Machtstellung. Hethiter und Assyrer hatten mächtige Reiche errichtet, doch im 6. Jahrhundert eroberten schließlich die Perser den ganzen Vorderen Orient und bedrohten Griechenland.

Seit Anfang/Mitte des 2. Jahrtausends waren aus dem Norden griechische Stämme – vor allem Dorer und Ionier – auf das griechische Festland, auf die Inseln der Ägäis sowie in die Küstenregionen eingewandert und hatten die dort ansässigen Bewohner verdrängt oder unterjocht. Die Phönizier, Erfinder der Alphabetisierung von Sprache und Schrift, die etwa auf dem Gebiet des heutigen Libanon ansässig waren, kolonisierten Teile der afrikanischen Nordküste. Das im 9. Jahrhundert gegründete Karthago (nahe dem heutigen Tunis), wurde so mächtig, dass es im 3. und 2. Jahrhundert v. Chr. während der drei Punischen Kriege mit den Römern einen Kampf um die Vorherrschaft im Mittelmeerraum führen konnte.

Seit dem 12./11. Jahrhundert nahm der Gebrauch von Eisen rasch zu. Gegenüber der Bronze bot Eisen bedeutende Vorteile bei Herstellung und Gebrauch von Waffen und Werkzeugen. Die einfachen Werkzeuge wie Hammer, Säge, Schere und Zange erreichten bereits damals ihre heutige Standardform. Schiffbau, Bergbau, Töpferei, Weberei, Metallverarbeitung und andere Bereiche der materiellen Produktion konnten bedeutende Fortschritte erzielen.

Auch in Griechenland wurde eine höhere Produktivität erreicht, die an einigen Stellen über den unmittelbaren Bedarf der Umgebung hinausging. Waren wurden zum Handelsobjekt im Grosmasstab. Die rege Handelstätigkeit begünstigte die ökonomische Entwicklung der küstennahen Regionen und führte dort zur Etablierung einer einflussreichen Schicht von Händlern und Kaufleuten.

Das politische Geschehen in und um die griechischen Stadtstaaten, wechselnde Bündnisse, militärische Auseinandersetzungen innerhalb der hellenischen Welt und mit der persischen Bedrohung, Wechsel zwischen

Demokratie, Tyrannis und Oligarchie, der Anstieg der Sklaverei – das alles bietet ein hochinteressantes und gelegentlich auch verwirrendes Bild (ausführlich z.B. in [Lexikon der Antike 1984]). Beispielsweise war der athenische Feldherr und Staatsmann Themistokles (524–459), Führer der Demokraten, maßgeblich verantwortlich für den Sieg der athenischen über die persische Flotte, weil er den Bau einer starken athenischen Flotte gegen Widerstand durchgesetzt hatte. Dessen ungeachtet wurde Themistokles 471 aus Athen verbannt und fand Zuflucht ausgerechnet bei den Persern. Um diese Zeit gab es in Athen bei schätzungsweise 320 000 Einwohnern nur 170 000 juristisch Freie; von ihnen war indes nur etwa ein Drittel im Besitz der athenischen Bürgerrechte und durfte aktiv am politischen Leben Athens teilnehmen. Sklaven wurden nach einem Ausdruck von Aristoteles als “sprechende Werkzeuge” bezeichnet.

Über die Gründe der herausragenden Leistungen der Griechen in Kultur und Wissenschaft gibt es mancherlei Theorien und Meinungen. Es dürfte sich nicht um die eine oder andere alleinige Ursache gehandelt haben, sondern um das Zusammenwirken verschiedener Faktoren. So hat wohl die Staatsform der Polis – die in verschiedenartigen spezifischen Formen die Mitwirkung der freien Bürger am politischen Geschehen in ihrer Stadt ermöglichte – eine wesentliche Rolle gespielt. Aber auch der Umstand, dass die gesellschaftliche Differenzierung eine Gruppe von Privilegierten hervorgebracht hat, die die Möglichkeit hatte, sich aus dem unmittelbaren Produktionsprozess herauszulösen und sich mit Kunst, Kultur, Philosophie und Wissenschaft zu beschäftigen, gehört in das Spektrum der Voraussetzungen für das griechische “Wunder”.

Perioden der Entwicklung

Die Entwicklung der griechisch-hellenistischen Mathematik umfasst einen langen Zeitraum, etwa vom 7./6. Jahrhundert v. Chr. bis etwa zum 5. Jahrhundert n. Chr., also mehr als ein Jahrtausend.

Bei der griechisch-hellenistischen Mathematik kann man nach Methode, Inhalt und Umfang vier ziemlich deutlich sich gegeneinander abhebende Perioden unterscheiden. Es gibt allerdings Diskussionen um die Periodisierung.

Eine erste, eine Früh- bzw. Vorbereitungsperiode – in der Kunstgeschichte archaische Periode genannt – wird wegen ihres engen Zusammenhanges

mit der ionischen Naturphilosophie als ionische Periode bezeichnet und ist auf die Zeit vom Ende des 7. Jahrhunderts bis zur Mitte des 5. Jahrhunderts zu datieren. In dieser Periode erfolgte schließlich die Herausbildung der selbstständigen Wissenschaft Mathematik.

Eine zweite Periode, die in der Kunstgeschichte als klassische Epoche gilt und auf die Zeit von etwa 450 bis etwa 320/300 anzusetzen ist, wird als athenische Periode benannt. Das Zentrum mathematischer Aktivitäten befand sich in Athen, dem damals ökonomisch, politisch und kulturell einflussreichsten griechischen Stadtstaat. In dieser Periode erhielt die antike Mathematik eine ganz eigentümliche innere Struktur, einen besonderen Charakter, der oft als “geometrische Algebra“ bezeichnet wird.

In der dritten Periode, der hellenistischen, die ungefähr viereinhalb Jahrhunderte bis zur Mitte des 2. Jahrhunderts n.Chr. dauerte, erreichte die Mathematik der Antike ihren Höhepunkt, und da ganz besonders in der Zeit bis 150 v. Chr. Gelegentlich spricht man auch von der alexandrinischen Periode, da in dieser Zeit Alexandria den unbestrittenen Mittelpunkt des kulturellen und wissenschaftlichen, insbesondere auch des mathematischen Lebens in der antiken Welt darstellte.

In der Spätantike wurde auch die Mathematik vom allgemeinen Niedergang der Wissenschaften während der Auflösung und schließlich des Zusammenbruchs der antiken Welt betroffen. Trotz einzelner Spitzenleistungen ging Wissen verloren. Dennoch konnten bedeutende Teile der antiken Mathematik von den Gelehrten des Orients in der muslimischen Welt bewahrt werden.

Wußing H. 6000 Jahre Mathematik. –
Berlin – Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. – S. 146–150.

3. НАУКА СЕРЕДНЬОВІЧЧЯ Й ЕПОХИ ВІДРОДЖЕННЯ

Жак ле Гофф

ле Гофф Жак (1924 р.н.) – видатний французький історик, фахівець з історії західноєвропейського Середньовіччя. З 1969 – член редколегії престижного міжнародного культурно-історичного журналу “Анналі”, у 1972–1988 – президент Школи вищих досліджень у галузі соціальних наук; до 1994 – керівник групи з вивчення історичної антропології середньовічного Заходу. Є відповідальним редактором серії “Творення Європи”. Під його редакцією вийшли колективні праці загально-методологічного і конкретно-дослідницького характеру: “Писати історію” (Т. 1–3, 1974), “Нова історична наука” (1978), “Людина середньовіччя” (1978). Його перу належать такі чудові новаторські роботи, як “Інтелектуали Середньовіччя”, “Уява в середні віки”, “Історія і пам’ять” та інші. Мета всіх його досліджень – пов’язати соціокультурну історію з історією особистості. “Я незмінно надавав перевагу людським істотам перед абстракціями, – писав він, – але історик не в змозі їх зрозуміти інакше, ніж у надрах історичних систем, в яких вони жили”.



Тут ми наводимо два фрагменти з його історико-культурних творів, що відображають інтелектуальний клімат Середньовіччя і стан науки в цю епоху.

Ж. ле Гофф. Генезис средневековой цивилизации (1965)

В истории цивилизаций, как и в человеческой жизни, детство имеет решающее значение. Оно во многом, если не во всем, предопределяет будущее. В период детства средневековой цивилизации в V–IX вв.

зародились строй мышления и особенности чувственного восприятия мира, свои проблемы и темы культуры, которые в будущем формировали и наполняли содержанием структуры средневековой ментальности и чувствования.

Но прежде всего оно предопределило характер взаимодействия этих структур. Ведь хорошо известно, что в каждой цивилизации есть разные слои культуры, различающиеся в зависимости от своего социального или исторического происхождения, и что их комбинации, взаимовлияния и слияния ведут к синтезу новых структур.

Все это особенно сильно ощущалось в Раннем Средневековье на Западе. И наиболее очевидной новой чертой культуры были отношения, установившиеся между языческим наследством и христианством, если допустить, хотя это и далеко от истины, что то и другое образовывало нечто взаимосвязанное, представляющее собой единую культуру. Но по крайней мере на уровне образованных слоев общества, где была достигнута достаточно высокая однородность взглядов, можно было бы представить характер отношений этих двух начал как партнерство. А может быть, как соперничество.

Спор, конфликт между языческой культурой и духом христианства прошел через всю раннехристианскую, всю средневековую литературу и, наконец, через многие работы позднейших историков, посвященные средневековой цивилизации. Эти два строя мысли и два восприятия поистине противостояли друг другу, как нынче противостоят марксистская и буржуазная идеологии. Языческая литература в целом создавала для христианского Средневековья трудную проблему, хотя еще в V в. она была в принципе намечена. Но вплоть до XIV в. сосуществовали два крайних подхода: запрещение использовать и даже читать древних авторов и дозволение широко прибегать к ним, в чем не видели греха. Историческая конъюнктура благоприятствовала попеременно то одному, то другому. Принципиально отношение к этой проблеме было определено отцами церкви и прекрасно выражено св. Августином, который заявил, что христиане должны пользоваться древней культурой точно так же, как евреи использовали в свое время добычу, захваченную у египтян. “Если языческие философы, особенно платоники, случайно обрели истины, полезные для нашей веры, то этих истин не только

не следует остерегаться, но необходимо отнять их у незаконных владельцев и употребить на пользу нам”. Так, некогда израильтяне привезли из Египта захваченные там золотые и серебряные вазы и другие ценности и из них соорудили затем скинию. Эта программа, изложенная в сочинении “О христианском учении” и ставшая в средние века общим местом культуры, открыла путь целому ряду заимствований из греко-римской культуры. В средние века нередко люди очень строго держались буквы этого августиновского текста и использовали лишь отдельные элементы или материалы, как например камни от разрушенных древних храмов, но иногда брали целые куски, как колонны для соборов, а бывало и целые храмы, как Пантеон в Риме, превратившийся в начале VII в. в христианскую церковь ценой небольших переделок и легкого камуфляжа.

Очень трудно оценить, в какой мере умственный инструментарий античности (словарь, понятия, методы) перешел в средние века. Степень его восприятия, преобразования, искажения меняется от одного автора к другому, и часто даже один и тот же автор колеблется между двумя полюсами средневековой культуры – страхом перед языческой литературой, бегством от нее и страстным восхищением ею, влекущим широкие заимствования. Еще св. Иероним подал пример таких колебаний. Обильно цитировавший, как всегда, античных авторов, которым был обязан своим образованием не менее, чем Библии, он однажды услышал во сне, как Господь воззвал к нему и строго сказал: “Цицеронианство это, а не христианство”. Алкуину было такое же видение по поводу Вергилия. Иероним остановился на компромиссе, как и Августин: христианские авторы поступают с языческими подобно евреям в книге Второзакония, которые своим пленникам брили головы, стригли ногти, обряжали их в новое платье, а затем брали в жены.

На практике у средневековых клириков было много способов использовать языческих авторов, так чтобы удовлетворить свой интерес с малыми издержками. Так, в Клюни монах, который в библиотеке брался за чтение рукописи античного автора, должен был пальцем почесать за ухом наподобие собаки, “ибо неверного по праву можно сравнить с этим животным”.

Остается сказать, что этот компромисс оберегал некоторую преемственность античной традиции, но он неоднократно нарушался в пользу последней, когда интеллектуальная элита испытывала потребность в возврате к древним истокам. Так происходили возрождения, которыми отмечено все Средневековье, в каролингскую эпоху, в XII в., и, наконец, в эпоху великого Возрождения.

Особенно важно заметить, что двоякая потребность ранних средневековых авторов и в использовании незаменимого духовного наследства греко-римского мира, и в его переплавке в горниле христианства, благоприятствовала досадным интеллектуальным приемам: это систематическое искажение мысли древних авторов, постоянные анахронизмы, выдергивание цитат из контекста. Античная мысль выжила в средние века лишь в разодранном, искаженном и униженном христианством состоянии. Вынужденное прибегать к услугам своего поверженного врага, христианство сочло необходимым отнять у своего пленника память и заставило его работать на себя, забыв о своих традициях. Но тем самым оно и само оказалось вовлеченным в эту вневременность мысли. Ведь истины могут быть только вечными. Св. Фома Аквинский в XIII в. сказал, что мало значит то, что хотел автор сказать, важно то, что он сказал и что может быть использовано. Благодаря идее “передачи” Рим как бы уходил из Рима, и начиналось великое средневековое смешение всего и вся. Но этот синтез был условием возникновения нового мироустройства.

Клонившийся к упадку античный мир облегчил труд христианских ученых первых веков Средневековья. Дело в том, что Средневековье узнало лишь то из античной культуры, что оно получило от Поздней империи, которая настолько перемолола, упростила и разложила греко-римскую литературу, мысль и искусство, что варваризированному Раннему Средневековью легко было их усвоить.

Ученые Раннего Средневековья позаимствовали программу образования не у Цицерона или Квинтилиана, а у карфагенского ратора Марциана Капеллы, который в начале V в. определил семь свободных искусств в поэме “Бракосочетание Меркурия и Филологии”. Они искали познаний в географии не у Плиния или Страбона, которые, впрочем, были уже ниже Птолемея, а у посредственного компилятора III в.,

века начала упадка, Юлиана Солина, который передал Средневековой картину мира, населенного чудесами, чудовищами и дивами Востока. Воображение и искусство от этого, правда, выиграли, но наука несла убытки. Средневековая зоология была зоологией “Физиолога”, александрийского сочинения II в., переведенного на латынь в V в., где наука растворена в поэзии басенного стиля и в нравоучениях. Животные здесь превращены в символы. И Средневековье извлекло из этого материал для своих бестиариев, так что и зоологические познания эпохи оказались на грани невежества. Эти позднеантичные риторы и компиляторы научили средневековых людей обходиться крохами познаний. Словари, мнемонические стишки, этимологии (ложные), флорилегии – вот тот примитивный интеллектуальный материал, который Поздняя империя завещала Средневековью. Это была культура цитат, избранных мест и дигест.

И разве не то же самое произошло и с христианской частью культуры? Христианское учение – это, прежде всего и по существу, Священное писание. Оно было основой всей средневековой культуры. Но между текстом и читателем возник двойной экран.

Текст считался очень сложным, более того, столь богатым и исполненным тайны, что нуждался в толкованиях нескольких уровней в зависимости от заключенных в нем смыслов. Отсюда целая серия подходов, комментариев и глосс, за которыми терялся оригинал. Библия утонула в экзегетике. И Реформация XVI в. ощущала вполне понятное чувство ее обретения.

Затем необходимо было путем долгого труда сделать ее доступной всем в отрывках, в виде цитат или парафраз. Библия, таким образом, превращалась в собрание максим и анекдотов.

Сочинения отцов церкви также были тем материалом, из которого хорошо ли, плохо ли извлекали суть учения. Настоящими источниками христианской мысли в средние века стали такие второстепенные и третьестепенные трактаты и поэмы, как “История против язычников” ученика и друга св. Августина Орозия, превратившего историю в вульгарную апологетику, или “Психомехия” Пруденция, низведшего моральную жизнь до борьбы пороков и добродетелей, или “Трактат о созерцательной жизни” Юлиана Померия, наставлявшего в презрении к миру и мирской деятельности.

Просто констатировать этот упадок интеллектуальной культуры было бы недостаточно. Гораздо важнее понять, что он был вызван необходимостью приспособить ее к условиям той эпохи. Эта эпоха, конечно, оставляла за аристократами, язычниками и христианами, как Сидоний Аполлинарий, свободу предаваться игре в культуру – может быть, и рафинированную, но ограниченную узкими рамками умирающего класса. Писатели же варваризировавшиеся работали на иную публику. Как справедливо писал Р. Р. Болгар по поводу систем образования св. Августина, Марциана Капеллы и Кассиодора, “самым большим достоинством новых теорий было, возможно, то, что они предлагали разумную альтернативу системе Квинтилиана. Ведь мир, в котором процветало ораторское искусство, был близок к смерти, а новая, идущая ему на смену цивилизация не хотела иметь дела с народными собраниями и форумами. Люди будущих столетий, чья жизнь должна была сосредоточиться в поместьях и монастырях, были бы сильно обескуражены, если бы им был предложен непонятный идеал традиционной системы образования и если бы Августин и Капелла не сменили бы Квинтилиана”.

Наиболее образованные, выдающиеся представители новой христианской элиты вызывают удивление именно тем, что они, сознавая недостатки своего образования перед лицом великих предшественников, тем не менее отказывались даже и от того запаса утонченной культуры, которым они еще владели или могли бы овладеть, ради того чтобы стать понятными своей пастве. Опроститься, чтобы завоевать сердца, – таков был их выбор. И если он нам кажется не совсем удовлетворительным, то все же он производит впечатление. Это прощание с античной словесностью, совершавшееся вполне осознанно, было эмоциональным моментом самоотвержения главных христианских наставников Раннего Средневековья. Епископ Вьеннский Авит писал своему брату в начале VI в. в предисловии к новому изданию своих поэтических сочинений, что он решил отказаться в будущем от этого жанра, поскольку “слишком малому числу людей понятен силлабический слог”. В те же времена Евгиппий колебался, стоит ли публиковать “Жизнь св. Северина”, ибо он боялся, что “непонятное для толпы красноречие помешает ей постичь чудесные деяния святого”. Схожие

идеи развивал Цезарий Арелатский: “Я смиренно прошу, чтобы слух ученых людей снес без жалоб деревенские выражения, к коим я прибегнул, дабы вся паства Господня могла бы воспринять на простом и заземленном языке духовную пищу. Поскольку люди непросвещенные и простые не способны подняться до образованных, то пусть образованные снизойдут до невежества. Ведь ученые могут понять то, что сказано простакам, тогда как последние не способны воспользоваться сказанным для ученых”. И он повторил слова св. Иеронима: “Проповедник должен вызывать скорее стоны, нежели рукоплескания”. Несомненно, и рукоплескания, и стоны нужны были, чтобы подчинить людей и иметь возможность управлять ими. Но при переходе от Античности к Средневековью произошла смена средств и путей достижения цели, и эти перемены в чувственном строе жизни и в пропаганде дали знать о появлении нового общества.

В то же время это были и перемены в интеллектуальной сфере жизни, где, несмотря на варваризацию, шел поиск ценностей не менее важных, чем ценности греко-римского мира. Когда св. Августин заявлял, что он предпочитает “терпеть упреки знатоков грамматики, нежели оставаться непонятым народу”, и что вещи, реалии имеют преимущество перед словами, то он выражал суть средневекового утилитаризма и даже материализма, который, возможно, к счастью, ослабил в людях античную склонность к словопрениям. Средневековые люди мало заботились о состоянии путей, лишь бы они к цели привели. И тот путь, по которому они брели, плутая, то в грязи, то в пыли, вел к мирному убежищу.

Предстояло выполнить огромную работу. Когда читаешь юридические тексты, постановления синодов и соборов, пенитенциарии Раннего Средневековья, то поражаешься широте задач, вставших перед руководителями христианского общества. Материальная скудость, жестокость нравов, нехватка всех благ, и экономических, и духовных, создавали ту великую тяжесть лишений, снести которую могли только люди сильные духом, презирающие какую-либо изысканность и жаждущие лишь успеха.

Слишком часто забывают о том, что это было также время великих еретических движений или, скорее, великих доктринальных колебаний,

ибо ортодоксия была еще далека от законченности, и если она нам сейчас кажется уже сложившейся, то это лишь иллюзия. Здесь не место вопросу о том, какие были бы последствия, если бы победили такие мощные течения, как арианство, манихейство, пеласгианство или присциллианство, не говоря уже о более мелких религиозных движениях, будораживших Запад в V–VI вв. Можно, в общем, сказать, что триумф ортодоксии был успехом “среднего пути” между примитивностью арианства или манихейства и сложностью пеласгианства или присциллианства. Пробным камнем, кажется, было отношение к свободе воли и благодати. Склонись в свое время христианство вместе с манихеями перед доктриной предопределения – и тяжкий груз божественного детерминизма навалился бы на плечи Запада, и он оказался бы в полной власти не имеющих противовеса господствующих классов, которые не преминули бы провозгласить себя единственными толкователями всемогущей божественной воли. А если бы восторжествовало пеласгианство, установив верховенство свободной индивидуальной воли человека, то мир, несомненно, оказался бы перед угрозой анархии. Понятно, что Запад сделал верный выбор, когда предпочел средний путь. Благодаря этому в тех условиях, когда рабство исчерпало свои возможности и необходимо было привлечь массы народа к труду, человек смог осознать, несмотря на слабость технического оснащения труда и скромность своих притязаний, что он обладает некоторой властью над природой. Столь хорошо отражавшее дух той эпохи монастырское устройство соединило презрение к миру с хозяйственной и духовной организацией жизни. Установившееся равновесие между природой и благодатью было следствием ограниченности возможностей, бессилия людей Раннего Средневековья. Но оно оставляло открытую дверь будущим преобразованиям.

Раннесредневековое общество, приготавливавшееся к светопреставлению, само того не замечая, придало себе организацию, способную обеспечить в нужный момент подъем западного мира.

Облик цивилизации изменился отнюдь не сразу же после Великого переселения народов. Несмотря на грабежи и разрушения, традиционные очаги культуры лишь в редких случаях быстро угасали и переставали излучать свой свет. Города, ставшие первой жертвой нашествий, в той или иной мере еще сохраняли жизнь.

Своей жизненной силой они иногда были обязаны связанной с ввозом предметов роскоши торговле и наездам восточных купцов, которых называли сирийцами, но которые по большей части были евреями, а иногда – притоку паломников. Но наиболее крупными центрами становились городские резиденции новых варварских королей или же епископов, а также места популярных паломничеств.

Королевские и епископские дворы притягивали разнообразных ремесленников, особенно производивших предметы роскоши, как ткачи, ювелиры, каменщики, но в сокровищницах королей и епископов хранились преимущественно заморские вещи, в первую очередь византийские. Тем не менее такие королевские столицы, как Павия при Лиутпранде (712–744), Монца при королеве Теоделинде на рубеже VI и VII вв., Толедо в царствование Реккареда (586–601) и до мусульманского завоевания в 711 г., Париж и Суассон при Меровингах, привлекали мастеров и создавали благоприятные условия для их работы, на которой, правда, ощутимо отражался всеобщий упадок экономики, техники и эстетического вкуса. Оскудение проявлялось во всем. Дома чаще всего строили деревянные, а если возводили каменные постройки, то очень небольшие и камень обычно брали из развалов древних зданий. Эстетические усилия при этом были направлены на декорирование, дабы скрыть техническое несовершенство строений. Тесание камня, резьба по камню и изготовление объемной скульптуры, человеческих фигур – все эти искусства почти полностью исчезли. Вкус варваров к роскоши и блеску мишуры удовлетворялся мозаиками, изделиями из слоновой кости и драгоценных металлов, дорогими тканями – иначе говоря, произведениями искусства, которые можно хранить как сокровища в дворцах, церквях, а затем погребать в усыпальницах. Это был триумф малых форм искусства, давших, впрочем, немало шедевров, свидетельствующих о мастерстве и вкусе ремесленников-варваров, их тяготении к стилизованным мотивам искусства степей. Но эти шедевры оказались недолговечными, по большей части они не дошли до нас, и только редкие фибулы, пряжки и головки рукояток мечей достались нам в качестве ценных и прекрасных свидетельств искусства той поры. К ним нужно еще прибавить и такие уникальные ценности, как короны вестготских королей, медный венец Агиульфа и меровингские саркофаги в Жуарре.

Но многие короли, в частности Меровинги, предпочитали жить в своих сельских поместьях, откуда исходило большинство их указов. Если верить епископальным спискам, то города в течение более или менее длительного времени оставались и без епископов. Тем не менее Галлия VI в., судя по описанию Григория Турского, обладала еще довольно густой сетью городов, среди которых выделялись богатые епископальные центры: Суассон, Париж, Сене, Тур, Орлеан, Клермон, Пуатье, Бордо, Тулуза, Лион, Вьенн, Арль. В вестготской Испании ярким очагом городской жизни была Севилья во времена епископата братьев Леандров (579–600) и Исидора (600–636). Однако наиболее крупными центрами раннесредневековой цивилизации были монастыри, причем монастыри сельские, изолированные от городов. В своих мастерских монастырь сохранял прежние ремесла и искусства, в скрипториях и библиотеках он поддерживал интеллектуальную культуру, а благодаря своим земельным владениям, сельскохозяйственной технике и труду монахов и зависимых крестьян он был важным центром производства и образцовым хозяйством, будучи, конечно, в то же время средоточием религиозной жизни и привлекая верующих обычно мощами какого-либо святого.

Было бы неразумно отрицать большую силу притяжения монастырей и их воздействие на общество. Необходимо подчеркнуть, что, пока в диоцезах шла организация новых христианских городских общин, группировавшихся вокруг епископов или распределявшихся по приходам, и пока земельная и военная аристократия еще не обзавелась в поместьях собственными часовнями, сложившимися в частную феодальную церковь, именно монастыри медленно внедряли христианские ценности в сельском обществе, в том мире постоянства и устойчивых традиций, который доселе был менее всего затронут новой религией и которому суждено было сыграть столь важную роль в средневековой жизни. В этом позволяет нам убедиться агиография и иконография, часто более поздняя. Во времена христианизации городов главным актом, который совершался теми, кто обращал в новую веру, было разрушение идолов, то есть статуй богов в храмах. В период же с V по XI в., когда шла евангелизация сельских местностей, это было уже разрушение идолов естественных: вырубание священных деревьев, освящение источников, размещение крестов в сельских языческих алтарях.

Понятно, что преобладание монастырей свидетельствует о незрелости западной цивилизации в Раннее Средневековье. Это была еще цивилизация отдельных очагов жизни и оазисов культуры среди пустошей, лесов и заросших полей, цивилизация сельского общества, которого едва коснулась монастырская культура. Развал системы коммуникаций и связи античного мира вернул большую часть Запада к примитивному состоянию, которое характерно для традиционных сельских цивилизаций почти доисторических времен, правда, с легким налетом христианства. Стали возрождаться древние обычаи иберов, кельтов и лигуров. Там, где монахи победили греко-римское язычество, они создали благоприятные условия для воскрешения гораздо более древних верований и более хитрых демонов, которые лишь внешне подчинялись христианскому закону. Запад вернулся к состоянию дикости, которая давала о себе знать и прорывалась на протяжении всего Средневековья.

ле Гофф Ж. Генезис средневековой цивилизации // Цивилизация средневекового Запада. – М., 1992. – С. 106–113.

Ж. ле Гофф. С Небес на землю (Перемены в системе ценностных ориентаций на христианском Западе XII–XIII вв.) (1977)

...Параллельно происходят изменения в ментальности, касающиеся науки. Они связаны, в частности, с развитием образования. Начинается эпоха, когда обучение, дотоле являвшееся монополией монастырских школ, берут в свои руки миряне, а некоторые из них делают это своей профессией и источником средств к жизни. По диатрибе св. Бернарда против “торговцев словами” (*venditores verborum*) можно понять, сколь скандальной представлялась людям традиционных взглядов оплата занятий наукой: ведь возможность занятия ею – дар Божий – не должна вознаграждаться деньгами. Изменение воззрений в этой области дало толчок к возникновению университетов.

Перелом XII–XIII вв. означал, кроме всего прочего, торжество грамотности и знания. В городах распространяется начальное образование

для мирян, их учат чтению, письму, счету. В высшем образовании наблюдается постепенное распространение технических знаний. Как показал отец Шеню, в университетах XIII в. теология отходит от простой библейской экзегезы, от *lectio divina* (впрочем, и сама она благодаря распространяющейся практике глосс становится в известном смысле более “техничной”). Университетское образование порывает с ученическим штудированием божественной мудрости (*sapientia*), фундаментальные ценности которой связаны лишь с небесами, и обращается к знанию, создаваемому человеком на основе исследований (*studium*) и науки (*scientia*). Герберт Грундманн выявил, как устанавливается новая система доминирующих ценностей земного могущества, покоящаяся на трех опорах – Священство – Царство – Знание. Он хорошо показал то, что справедливо названо им “повышением ценности науки в XIII в.”

В появлении новых ценностных ориентаций и новой практики особо заметен прогресс письменности. Главной ценностью остается устное слово. Жест или клятва лица, облеченного социальным или моральным суверенитетом, остается выше любого писаного слова. Но сила написанного уже подтачивала силу устного. Майкл Клэнчи хорошо показал это на материале XII–XIII вв. С распространением ученических записей, университетских рукописей, торговых книг письменный текст десакрализуется. Раньше письменный текст ассоциировался прежде всего со Священным Писанием, ныне же письмо приобретает обыденный характер, становится все более беглым. Появляется особый вид письма – курсив, допускающий многочисленные сокращения и лигатуры, чему способствовала замена тростниковой палочки на гусиное перо. Это письмо создается теперь не во имя Бога и Неба, но ради земного. В университетах новая система переписывания рукописей (*pecia*) множит число копий, возникает новый вид торговли – торговля рукописями. Появляются специальные лавки, торгующие ими. Устав университета Падуи в 1264 г. провозглашает: “Без рукописей не было бы университетов”.

...Появление фигуры интеллектуала было ответом и на религиозные, и на культурные, и на социальные запросы. Расцвет городов в XI в. вызвал среди горожан острую потребность в знаниях – правовых, медицинских, технических. Если раньше прекрасно иллюминированные

книги свидетельствовали о ничтожности их обращения среди людей, о том, что они были созданы не столько для чтения, сколько для пополнения церковной, государственной или сеньориальной казны, то есть для целей экономических, то теперь книга, многократно переписывавшаяся, перестает быть предметом роскоши. Она становится инструментом познания, и уже в качестве такого инструмента – предметом производства и торговли. К XIII столетию член университетской корпорации полностью собрал свой рабочий инвентарь: перо, бумагу, пюпитр, книгу, свечу и т. д., свидетельствуя, что интеллектуал прочно занял свое место в обществе, став средоточием всякого рационального движения – делового, торгового, хозяйственного, религиозного.

Но если интеллектуал замыкал на себе рациональное движение, то местом, готовящим саму возможность такого замыкания, стала школа. Поскольку любое делопроизводство в городе – в цехах, магистратах – требовало грамотных людей, постольку образование постепенно выходило из стен монастырей, концентрируясь вокруг повсеместно возникавших светских школ. Конечно, монастырские и епископальные школы по-прежнему были влиятельны. В Корбейле, Мелене, Париже, Шартре, Мезонселе и других городах находились известнейшие из них. Но все же роль светских школ увеличивается. Особо выработанных программ там не было, поле для любознательности было обширным, и в арсенале ученого рядом со старыми авторитетными именами отцов церкви соседствовали новые – Ансельма Кентерберийского, Гуго Сен-Викторского, Петра Элия, Петра Абеляра, Бернарда Клервоского. За знаниями спешили во Францию подобно паломникам. В Париже в это время образуется особо активная группа магистров и школяров: Адам дю Пти-Пон, Теодорик Шартрский, Гильберт Порретанский, Роберт Меленский, Петр Ломбардский, Морис де Сюлли – англичане, французы, итальянцы, немцы, испанцы. Гуго Сен-Викторский был родом из Саксонии, Иоанн Солсберийский – из Англии. Немецкие принцы, римские сенаторы, консулы писали письма Людовику VII, в которых рекомендовали молодых людей для учебы в Париже. Любопытно, что отец Людовика VII, Людовик Толстый, в свое время учился у монахов Сен-Дени, а сам он, родившийся в 1119 г., получил образование в парижских светских школах. Слово “школа” в то время употреблялось

еще в самых разных значениях. Во времена императора Константина этот термин применялся для обозначения группы военных или чиновников. При дворе Меровингов так назывались коллегии чиновников. Дворцовая школа тоже не грамматическая, это корпус королевских должностных лиц под руководством мажордома. Григорий Турский обозначает этим именем всех людей в епископском доме. При Карле Великом так назывался дом короля. И лишь у Алкуина термин “школа” употребляется в значении образования, обучения. То есть школой долгое время назывались самые разные институты, но древнее понятие досуга было утрачено. В XII в. под этим наименованием, употреблявшимся, как правило, во множественном числе, понимался курс лекций, который читал магистр-клирик (слова “клирик” и “образованный” были синонимами), или место, где собирались для светских и религиозных диспутов (притом что любая школа находилась в ведении церковной юрисдикции). Если школы посещали и миряне, и духовные лица, то школы назывались общественными (в такой школе преподавал учитель Абеяра – Гильом из Шампо). Монастырские школы назывались частными.

В Средневековье статус познания – в сравнении с Античностью – подвергается переосмыслению. Поскольку бытие полагалось предлинным (оно – до человеческого разума), и Бог возвестил о нем Откровением, то не человек стремится овладеть истиной, а истина стремится овладеть человеком, используя для этого весь созданный человеком могущественный инструментарий, главным образом – семь свободных искусств. Эти искусства – тривий (грамматика, диалектика, риторика) и квадрий (музыка, арифметика, геометрия, астрономия) – со временем Марка Терренция Варрона (116–22 гг. до н. э.), правда, присоединявшего к ним еще медицину и архитектуру, и Марциана Капеллы, исключившего из них два последних предмета, считались основой образования. Полагали, что тривий учил способам выражения мысли, а квадрий – сущностям вещей.

...Примерно в 1120 г. Гуго Сен-Викторский в “Дидакалиионе” включил в состав философии, помимо созерцательной, практической и моральной ее составляющих, механику, имеющую дело с “произведениями человеческого труда”, то есть с конкретными вещами,

преображенными искусством. Симметрично свободным искусствам Гуго подразделяет механику на семь “производительных” искусств: ткачество, вооружение, агрикультуру, охоту, торговлю, медицину, театральное искусство. Уже тем, что механика заняла место в философии, засвидетельствовано кардинальное изменение в системе мышления – в Античности такого не могло быть. Сопоставляя механику с семью свободными искусствами, Гуго пишет: “Эти искусства называются механическими потому, что они тесно связаны с ремесленным производством, которое заимствует у природы свои формы. Те же искусства названы свободными или оттого, что нуждаются в разуме, который свободен, то есть является освобожденным и практическим, поскольку они заняты искусным исследованием природы вещей, или оттого, что в древности только свободные и знатные могли это исследовать, тогда как толпа и дети зависимых занимались выделкой механических вещей”.

Оговорка Гуго насчет древности не случайна. В его время механическими искусствами занимались люди, обладающие свободным разумом и свободным статусом; не случайно ремесленник, претендующий стать мастером, должен предъявить для этого свой шедевр.

Но главное заключается в двух следующих аспектах. Первый. Именно идея произведения, произведения вещи, позволила механику, эту систему уловок, почти словливания “умно придуманных средств, которыми некто добывает нечто”, ввести в состав философии. Производство – не только ремесленный продукт, не только художественно-поэтическое изображение, это – выявление вещи из-за “покрова”, который есть граница видимого и невидимого миров – через нее идея вещи переводится в саму вещь. Именно на этой границе происходит “событие произведения”, берущее начало не в себе самом, а в другом, в мастере, который “разборчиво собирает” вещь, то есть продельывает логическую работу, поскольку “разборчивое собирание по-гречески значит “логос””. Думаю, что этот древний смысл слова не только не был забыт в Средние века, но сознательно подчеркнут с усилением значения голоса в логосе, голоса субъект-вещи, вещи сотворенной.

Второе. Термин “механика”, несомненно, означает и деятельность повторяемую, по природе орудийную, несвободную, но не в активном смысле (социально несвободной), а в средневековом – в каком не

свободен (сотворен, зависим от Творца) **весь** мир. Такая деятельность осознается как возможное продолжение субъекта деятельности, его рук, головы – вплоть до Божественного разума. Техническое умение оказывается свойством средневекового ума: **развитый ум – это развитое умение**, это свойственно и схоластике как таковой. В Средневековье, поскольку вся его жизнь сосредоточена “в округе храма”, **любая** работа, как схоластическая, так и механическая, выполняет одновременно и теологическую работу по постижению бога.

де Гофф Ж. С Небес на землю (Перемены в системе ценностных ориентаций на христианском Западе XII–XIII вв.) // Одиссей. Человек в истории. – М., 1991, с. 25–44.

Еріх Фромм

Фромм Еріх (1900–1980) – видатний німецький і американський філософ, психолог і соціолог, головний представник неофрейдизму. Освіту одержав у Франкфуртському університеті; у 1928 р. продовжував вивчення психоаналізу в Берлінському психоаналітичному інституті. З 1930 був керівником відділу соціальної психології в Інституті соціальних досліджень у Франкфурті-на-Майні. З 1933 в еміграції у США. Головною задачею психоаналізу Фромм вважав допомогу в адаптації до соціального середовища. Спираючись на ідеї психоаналізу, екзистенціалізму і марксизму, прагнув розв'язати основні протиріччя людського існування – між егоїзмом і альтруїзмом, володінням і буттям, негативною “свободою від...” і позитивною “свободою для...”. Його основні праці: “Утеча від свободи” (1941), “Людина як вона є” (1947), “Психоаналіз і релігія” (1950), “Мистецтво любові” (1956), “Революція надії” (1964).



Ми наводимо тут фрагмент однієї з його основних книг.

Э. Фромм. Бегство от свободы (1941)

Ни небесным, ни земным, ни смертным, ни бессмертным не сотворил я тебя, так что можешь быть свободен по собственной воле и совести – и сам себе будешь творец и создатель. Лишь тебе даровал я расти и меняться по собственной воле твоей. Ты несешь в себе семя вселенской жизни.

Пико дела Мирандола

“Речь о достоинстве человека”

1. Средневековая предыстория и Возрождение

Картина средних веков искажалась двояко. Современный рационализм рассматривал средние века как мрачный период истории. Подчеркивались отсутствие личной свободы, эксплуатация массы населения незначительным меньшинством, узость взглядов, при которой даже

крестьянин из соседней деревни – не говоря уж об иностранце – казался горожанину подозрительным и опасным чужаком; а также всеобщее невежество и власть предрассудков. Вместе с тем средние века идеализировались. Как правило, это делали реакционные философы, но иногда и прогрессивные критики современного капитализма. Они указывали на чувство солидарности, на подчиненность экономики человеческим нуждам, на прямоту и конкретность человеческих взаимоотношений, наднациональный характер католической церкви и чувство уверенности, которое было свойственно человеку средних веков. Обе эти картины верны, но каждая становится неверной, если рисовать лишь ее, закрывая глаза на другую.

Средневековое общество, в отличие от современного, характеризовалось отсутствием личной свободы. В раннем средневековье каждый был прикован к своей роли в социальном порядке. Человек почти не имел шансов переместиться социально – из одного класса в другой – и едва мог перемещаться даже географически, из города в город или из страны в страну. За немногими исключениями, он должен был оставаться там, где родился. Часто он даже не имел права одеваться как ему нравилось или есть что ему хотелось. Ремесленник был обязан продавать за определенную цену, а крестьянин – в определенном месте, на городском рынке. Член цеха не имел права передавать технические секреты своего производства кому бы то ни было за пределами цеха и был обязан допускать своих коллег по цеху к участию в каждой выгодной сделке по приобретению материалов. Личная, экономическая и общественная жизнь регламентировалась правилами и обязанностями, которые распространялись практически на все сферы деятельности.

Но хотя человек не был свободен в современном смысле, он не был при этом ни одинок, ни изолирован. Занимая определенное, неизменное и бесспорное место в социальном мире с самого момента рождения, человек был закреплен в какой-то структурированной общности; его жизнь была с самого начала наполнена смыслом, что не оставляло места сомнениям; они и не возникали. Личность отождествлялась с ее ролью в обществе; это был крестьянин, ремесленник или рыцарь, но *не индивид*, который по своему выбору занимается тем или иным делом. Социальный строй рассматривался как естественный порядок,

и, будучи определенной частью этого порядка, человек ощущал уверенность, чувство принадлежности к нему. Конкуренция была сравнительно невелика. При рождении человек попадал в определенное экономическое положение, которое гарантировало ему определенный, освященный традицией жизненный уровень, хотя и влекло за собой экономические обязательства по отношению к вышестоящим в социальной иерархии. Однако в пределах своей социальной сферы индивид имел достаточную свободу выражения собственной личности в труде и в эмоциональной жизни. Хотя в то время не существовало индивидуализма в современном смысле неограниченного выбора жизненных путей (эта свобода выбора в значительной мере абстрактна), зато было достаточно много проявлений конкретного индивидуализма в реальной жизни.

Было много страданий, много боли, но была и церковь, которая в какой-то степени облегчала эти страдания, объясняя их как расплату за грех Адама и собственные грехи каждого страждущего. Церковь внушала индивиду чувство вины, но в то же время заверяла его в своей безусловной любви и давала возможность всем своим детям верить в то, что Господь их любит и простит. В отношении к богу было гораздо больше доверия и любви, чем сомнения и страха. И крестьянин, и горожанин редко выходили за пределы небольшой географической области, где протекала их жизнь, так что мир был ограничен и понятен. Земля и человек были в центре этого мира; в будущей жизни каждого ожидал или рай, или ад; и вся жизнь от рождения и до смерти была ясна и понятна в причинной взаимосвязи поступков человека.

...В позднем средневековье структура общества и личности стала меняться. Единство и централизация средневекового общества ослабевали. Росло значение капитала, индивидуальной экономической инициативы и конкуренции; развивался новый денежный класс. Во всех классах общества было заметно развитие индивидуализма, который оказывал влияние на все сферы человеческой деятельности: на вкусы и моды, на искусство и философию, даже на теологию. Я хочу подчеркнуть, что этот процесс имел совершенно различное значение для небольшой группы богатых и преуспевающих капиталистов, с одной стороны, и для массы крестьянства и особенно для городского

среднего класса – с другой. Для этих последних новые тенденции в какой-то мере означали и возможность проявления личной инициативы, возможность обогащения, но, что гораздо существеннее, угрожали им разрушением их традиционного образа жизни. Об этом различии необходимо помнить прежде всего, так как именно от него зависели разные психологические и идеологические реакции разных классов на новую обстановку.

В Италии новое экономическое и культурное развитие происходило более интенсивно, чем в Центральной и Западной Европе, и оказывало более заметное влияние на философию, искусство, на весь образ жизни. Именно в Италии человек впервые вырвался из феодального общества и разорвал те узы, которые одновременно и придавали ему чувство уверенности, и ограничивали его. Италии, по словам Буркхардта, принадлежит “первородство в отношении развития личности в европейской семье”, а итальянец – это первый индивид.

Тот факт, что в Италии средневековое общество начало разрушаться раньше, чем в Центральной и Западной Европе, имеет целый ряд ~~экономических~~ и политических причин. Среди них и географическое положение Италии, и торговые преимущества, вытекавшие из него, когда Средиземное море было торговым путем для Европы; и борьба между папами и императорами, в результате которой возникло множество независимых политических образований; и близость к Востоку, благодаря которой ряд технологических знаний, важных для развития промышленности, например, шелковой, попали в Италию гораздо раньше, чем дошли до остальной Европы.

В результате этих и других причин в Италии возник сильный денежный класс, члены которого были преисполнены духом инициативы, мощи и честолюбия. При этом феодальное классовое расслоение утратило свое значение. Начиная с XII века и позже аристократы и бюргеры жили вместе, за общими стенами городов; кастовые различия начинали стираться, богатство становилось важнее родовитости (*гуманизм*).

Фромм Э. Бегство от свободы: Пер. с англ. —
М.: Академический Проект, 2007, с. 57–60.

Микола Рождественський

Рождественський Микола Павлович (1840–1882) – відомий російський письменник, магістр і професор Санкт-Петербурзької духовної академії. Його основні твори: “Історія апологетики та її сучасна постановка”, “Стара і нова віра Штрауса”, “Антихрист Ренана”, “Матеріалізм, розглянутий з християнської точки зору”, “Релігійні погляди Шелінга” та ін. – поміщені в “Християнському Читанні”. Після його смерті видані його лекції “Курс основного Богослов’я або християнська апологетика”. У “Церковному Віснику” з 1872 р. містилися його “Огляди іноземного церковного життя”.

Ми наводимо тут уривок з “Курсу основного Богослов’я....”.

Н. П. Рождественский. Курс Основного Богословия или Христианская апологетика (1893)

Исторический очерк развития Христианской апологетики или Основного Богословия

С XV столетия наступила на западе “эпоха” так называемого “возрождения”. В эту эпоху в западной Европе, особенно в центре тогдашней западноевропейской образованности – в Италии, обнаружилось впервые открытое отчуждение от христианства многих умов, заразившихся духом неверия под влиянием частью схоластики, частью неосмысленного увлечения идеями античной древности, навешанного поверхностным знакомством с нею. Прикрываясь именем ложного гуманизма – в то время общего эпитета всех ревнителей возрождения наук – это неверие отличалось поверхностным характером. Налощенное снаружи, но внутри чрезвычайно легкомысленное и пустое, оно изобличало собою в высшей степени испорченное состояние тогдашнего западного общества. Многие мнимые ученые этой эпохи наполняли свои сочинения пошлостями и кощунством; полуязыческий классицизм тогдашнего времени пародировал священные христианские выражения введением в них языческих терминов. Неумеренные поклонники платоновской философии предпочитали называть себя, вместо братьев во Христе, братьями во Платоне (*fraters in Platone*), зажигали светильники перед мнимыми изображениями Платона и едва не воскурляли фимиам перед бюстами классических мудрецов и поэтов. Многие римокатолические

священники публично смеялись над верой, которую исповедовали. Неверие в загробную жизнь до того было распространено в так называемом образованном обществе, что десятый Латеранский собор (западный) признал нужным возобновить провозглашение догмата о бессмертии души, а один из пап (Лев X), – если верить позднейшим свидетельствам, – кощунственно шутил со своим секретарем относительно пригодности для “сказки” об Иисусе Христе. Во всем этом сказывалось печальное знамение, что христианство в практическом применении перестало быть христианством для многих сынов западной церкви. К чести лучших умов Запада нужно, впрочем, сказать, что они не примыкали к противохристианской оппозиции, возникшей на почве ложной учености. Знаменитые гуманисты и наиболее серьезные знатоки классической древности, как например, Иоанн Рейхлин и Эразм Роттердамский, стояли вдали от ложно-гуманистического брожения, порождавшего неверие. В запоздалой реакции античного духа против начал христианства они видели жалкий анахронизм, понимая глубокое превосходство христианства перед язычеством. Но возникшее противохристианское движение на Западе вскрыло глубокую внутреннюю язву, таившуюся в его недрах, обнаружило разрыв с христианством значительной части западного общества, которая с тех пор прогрессивно возрастала и увеличивалась и в настоящее время продолжает свой рост, не смотря на самое усиленное и энергичное противодействие со стороны западной богословской науки.

Открытое обнаружение неверия на западе в XV веке было новым явлением в христианском мире. До этого времени христианство боролось против внешних врагов своих, которые не веровали в его истину и отвергали его божественное достоинство. Теперь появились внутренние враги христианства и притом враги гораздо более решительные, чем те, которые возмущали мир древней церкви и известны под именем еретиков. Последние, хотя существенно искажали и даже иногда отрицали самые основные истины христианства (достаточно вспомнить арианство, отрицавшее истинно-божественное достоинство Иисуса Христа), однако, в общем думали стоять на почве христианства и не стремились (по крайней мере сознательно и явно) подвести мины под самое его существование. Новое неверие представляет собою открытую измену

христианству; поборники его стремятся противопоставить христианству прямо противоположное ему мирозозерцание.

Западная церковь, в ее отчуждении от вселенской церкви, допустила некоторый прикровенный рационализм в своих толкованиях догматов веры и рядом самоизмышленных нововведений в области веры, не исключая даже самого символа веры (*Filioque*), в значительной мере способствовала развитию того одностороннего логического рационализма в западном человеке, который препятствует целостному усвоению религиозной истины, усвоению всеми силами человеческой души, – не одним умом или сердцем, но вместе и умом и сердцем. Кроме того, западная церковь, вне общения ее с вселенской церковью, в значительной степени утратила тот дух любви, который одушевлял древнюю христианскую церковь. По мере возвышения в ней папского могущества, она все больше и больше превращалась во внешнюю силу, стремясь в лице своей иерархии посредством страха наказаний и внешних кар утвердить свое влияние в обществе. Жестокое преследования и пытки, которым она нередко подвергала разномыслящих с нею в вопросах веры, способны были внушать более рабский страх к ней, чем истинную любовь и преданность христианству во многих ее последователях. Церковь, повергшая христианскую свободу в рабство внешнему авторитету, лишившая своих членов права читать слово Божие, не могла предотвратить появления неверия и отчуждения от христианства в среде своих питомцев, – и при всей своей внешней силе, а также и внешней учености, не в состоянии была воспрепятствовать разливу этого зла.

...На Западе неверие, обнаружившееся в эпоху Возрождения, глубже и глубже пускало свои корни. После того, как известная часть западного общества, под влиянием увлечения идеалами древне-классического мира, восстала против христианского мировоззрения и отпала от церкви, на Западе вскоре началась церковная реформация. Протестантские историки обыкновенно представляют эту реформацию как бы некоторого рода громоотводом против повсеместного распространения неверия на Западе. Она, говорят, оживила религиозное чувство народов, находившихся под неблагоприятным влиянием римского католицизма, и существенно способствовала сохранению самого христианства

в западной Европе, которой уже в XV веке угрожал всеобщий разлив неверия. Но если и не отрицать того, что временно протестантская реформация способствовала в известной степени оживлению религиозного чувства западных народов, то, ввиду исторических фактов, нельзя однако же признать, что это ее влияние было продолжительно и прочно. Действительно, XVI, так называемый реформаторский век на Западе был веком по преимуществу вероисповедной борьбы; борьба неверия против веры в этот век как бы стушеввалась. При живом интересе к церковным вопросам, волновавшим в это время западный мир, открытое неверие с его религиозным индифферентизмом и холодным скептицизмом было не в моде. Временно оно было как бы замято церковно-реформаторским движением, приковавшим к себе внимание западного общества. Но не успел еще пройти период реформаторского увлечения, с каким основывались новые церкви в Германии и в других западных странах, отпавших от римской церкви, как неверие снова подняло свою голову на Западе и обнаружилось в форме деизма. Это новое противорелигиозное направление впервые проявилось в Англии после того, как там уже произведена была церковная реформа в духе протестантизма. Уже из одного этого видно, что протестантизм отнюдь не послужил прочным оплотом против распространения неверия на Западе. Напротив, уже одно разъединение западной церкви на две половины, католическую и протестантскую, образовавшееся вследствие появления протестантизма, существенно способствовало ослаблению христианского единодушия и единомыслия в западном обществе — этих наиболее важных и необходимых условий для успешной борьбы веры с неверием. Но, кроме внесения духовной розни в западный мир, протестантизм и по самому существу своему во многих отношениях больше способствовал, нежели противодействовал, развитию неверия.

Протестантизм не был возвращением к вселенской истине, а был дальнейшим шагом на пути уклонения от нее после отделения западной церкви от восточной. В нем остался дух католицизма; только этот дух выразился под другими формами. Папский авторитет в делах веры в нем заменен не вселенским, а личным авторитетом каждого члена церковной общины. Стародавнее римское предпочтение папского

авторитета преданию вселенской церкви в протестантизме получило дальнейшее развитие и отразилось в полном устранении живого предания вселенской церкви из числа источников христианской веры. Привнесение частного произвола в область веры, начатое Римом, было не остановлено, но продолжено протестантизмом. Протестантство произвольно сократило число основных источников христианского учения, оставив одно Писание, подобно тому как и Рим сократил это число для большей части членов церкви, отобрав у мирян Писание. Плодом этого на Западе явился открытый рационализм, как логическое довершение скрытого рационализма, заключающегося в обоих западных вероисповеданиях. После того как через протестантство устранено вселенское предание церкви из числа источников христианской религии, оставался уже один шаг до отрицания авторитета и важности всех вообще положительных источников религии. Этот шаг сделан на Западе в период развития английского деизма, французского натурализма и немецкого рационализма. Все эти направления сходились между собой в том, что признавали только естественный человеческий разум источником и руководящим началом для человека в деле религии и нравственности и отвергали сверхъестественное откровение.

Новейшие историки рационалистического движения в западной Европе, сами не причастные к этому движению (Лекки, Дрэпер и др.), главную источную причину его видят в развитии естествознания. Выходя из той предвзятой мысли, что наука и вера суть естественные враги между собою, которые могут жить только в искусственном, но не в искреннем мире и согласии, эти тенденциозные историки указывают, как на очевидное подтверждение своей предвзятой мысли, на историческое совпадение важнейших естественнонаучных открытий Коперника, Галилея и Ньютона с распространением деистической философии в западной Европе. Подобные историки никакого внимания не обращают на тот несомненный факт, что величайшие исследователи природы, которым наука больше всего обязана своим движением вперед, соединяли в себе обширное знание с глубокой верой. Сам знаменитый творец новой (гелиоцентрической) астрономической системы, величайший из когда-либо бывших естествоиспытателей, Николай Коперник, как известно, и до и после своего знаменитого открытия о движении Земли

вокруг Солнца был глубоко верующим христианином. Его глубокие математические и естественнонаучные познания не только не поколебали в нем веры, но скорее служили для него твердой охраной против увлечения современным антирелигиозным направлением. Скрамность истинного ученого, знающего хорошо пределы человеческого, даже гениального ума, всегда служившая отличительною чертою его нравственного характера, не покинула его и после издания его знаменитого сочинения о вращательных движениях небесных тел, произведшего радикальный переворот в естественнонаучных воззрениях на всю мировую систему. Из этого глубокого чувства христианского смирения вылилась трогательная надгробная эпитафия, составленная им самим для себя незадолго до своей смерти и доселе украшающая собою гробницу этого великого ученого: “Я не ишу, Господи, высокой благодати Павла и не смею просить о милости, оказанной Тобою Петру, но молю Тебя о помиловании, дарованном разбойнику на кресте”. Вот какими чувствами заключил свою жизнь великий двигатель науки, засвидетельствовавший свою высокую любовь к истине тем, что не утратился во имя ее пойти против веками освященной и утвержденной, но в сущности неверной астрономической теории (Птолемеовой). За несколько месяцев до своей смерти он счел для себя священным долгом обнародовать в вышеупомянутом сочинении результаты своих долголетних добросовестных исследований, не взирая на предвиденную им бурю, которая должна была подняться с разных сторон против его нового учения. Но он был глубоко убежден, что ни от его открытия, ни от последующих естественнонаучных изысканий нисколько не поколеблется вечная истина божественного откровения.

*Рождественский Н. Курс Основного Богословия
или Христианская апологетика. // www.antikbook.ru*

4. СТАНОВЛЕННЯ КЛАСИЧНОЇ НАУКИ

Піама Гайденко

Гайденко Піама Павлівна (1934 р.н.) – радянський, російський філософ українського походження (Донецька область), випускниця Московського державного університету, фахівець з історії зарубіжної філософії, історії природознавства та техніки, провідний співробітник Інституту філософії Російської академії наук. В фокусі дослідницької уваги П. П. Гайденко – проблема раціональності та її історико-культурних типів. Під цим кутом зору вона вивчає німецький ідеалізм, неокантіанство, феноменологічну школу, екзистенціалізм, соціологію М. Вебера.

Основні твори: “Эволюция понятия науки” в 2-х тт. (1980, 1987), “История греческой философии в связи ее с наукой” (2000), “История новоевропейской философии в связи ее с наукой”.



П. П. Гайденко. Научная рациональность и философский разум (2003)

Экспериментально-математическая наука о природе формируется на протяжении достаточно долгого времени – со второй половины XVI, в XVII и, пожалуй, до середины XVIII в. В этот период происходит пересмотр важнейших оснований античной и средневековой физики и во многом также математики, переосмысливается само понятие природы, как оно сложилось в античности и – в главном – сохранялось и в Средние века. В течение 150–200 лет меняется картина мира, которая просуществовала – с незначительными изменениями – почти два тысячелетия, и, соответственно, меняются принципы познания этого мира.

И хотя целый ряд предпосылок такого изменения был подготовлен в Средние века – в XIII и XIV столетиях, – тем не менее XVII век справедливо характеризуют как век научной революции.

Укажем наиболее важные из этих изменений, приведших в конце концов к пересмотру оснований науки о природе:

1. Античная и средневековая физика исходила из четкого разделения всего сущего на естественное (природное) и искусственное (артефакты).

2. Жесткий водораздел лежал также между небесным и земным, надлунным и подлунным мирами: надлунный был воплощением вечного порядка и неизменных движений, а подлунный отличался непостоянством и изменчивостью.

3. Не менее жестко различались между собой две ветви знания – математика и физика. Предметом математики были идеальные конструкции (идеальные объекты); она находила себе применение прежде всего в астрономии, имевшей дело с наиболее близким к идеальному – надлунным миром.

4. Наконец, важнейшим методологическим арсеналом древней и средневековой физики было учение о четырех причинах, как их сформулировал еще Аристотель: формальной, целевой, действующей и материальной. В отличие от математика, имевшего дело с конструкцией и потому отвлекающегося от природной реальности, физик видел свою задачу в том, чтобы дать ответ на вопрос “почему? ”, указав на одну из четырех причин (или на их комбинацию), обуславливающих протекание всех процессов в мире.

Начиная со второй половины XVI века происходит пересмотр этих принципов. Снимаются принципиальные разделения между естественным и искусственным, с одной стороны, небесным и земным мирами – с другой; снимается непреходимый водораздел между математикой и физикой (хотя, конечно, определенное различие между этими науками сохраняется). В конце концов, отменяется и теория четырех причин: в науке признаются только механические, а не телеологические и формальные причины.

Нас здесь интересует вопрос: чем именно были вызваны такие радикальные перемены в научном мышлении? Какие факторы –

внутринаучные, философские, религиозные, социально-психологические – обусловили столь глубокую перестройку базисных принципов науки? Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим детальнее, как происходил пересмотр названных оснований антично-средневекового естествознания.

...И в эпоху эллинизма, и в Средние века сознание собственной греховности было у христиан очень острым, а потому на первом плане была задача спасения души, а не покорения природы.

Острота переживания первородного греха, видимо, помогала сохранять то чувство огромной дистанции между небесным и земным, которое на протяжении всего Средневековья оставляло незыблемой античную картину мира, его разделение на небесный и земной, каждый из которых подчинен особым законам, картину мира, служившую предпосылкой античной и средневековой физики.

А между тем в христианстве, помимо идеи творения, существовал еще более сильный догмат, ослаблявший античное противопоставление небесного и земного миров – догмат о Боговоплощении. Иисус Христос, Сын Божий, есть в то же время сын человеческий – тем самым Небо как бы спущено на землю, или, что то же самое, земля поднята на Небо. Не случайно именно догмат о богочеловеческой природе Христа встретил наибольшее сопротивление со стороны не только иудаизма, но и язычества: он и в самом деле разрушал самые основы античного представления о Боге, мире и человеке. И тем не менее – вопреки всему – аристотелевский космос просуществовал на протяжении почти полутора тысячелетий наряду с верой в то, что Бог воплотился в человека!

Французский философ русского происхождения А. Кожев усматривает в идее боговоплощения главный источник науки нового времени. “Если, как ждали верующие христиане, земные (человеческие) тела могут быть “в то же время” телами Бога и, следовательно, божественными телами и если, как это думали греческие ученые, божественные (небесные) тела правильно отражают вечные отношения между математическими сущностями, то ничто более не мешает исследовать эти отношения в дольном мире так же, как в горнем”. И в самом деле, перенесение Земли на аристотелево – математизируемое – Небо – таков

реальный смысл коперниканской революции XVI в. А поскольку, согласно представлениям античной науки, математические законы, т. е. постоянные и точные соотношения, имеют место лишь там, где нет материи, изменчивой и текучей, или по крайней мере где она предстает уже почти в идеальном виде – как “пятый элемент” – эфир, постольку снятие принципиальной границы между небесным и земным и, стало быть, астрономией и физикой, есть необходимая предпосылка экспериментально-математического естествознания. Коперник начал то, что затем продолжили Кеплер, Галилей, Декарт, Ньютон и другие, устраняя остатки античного конечного космоса с его системой абсолютных мест, различием надлунного и подлунного миров, естественного и насильственного движений, снимая онтологический барьер между естественным и искусственным, наукой и техникой и, соответственно, физикой и механикой, а также между математикой как наукой об идеализованном (сконструированном) объекте и естествознанием как наукой о реальной природе.

...Пантеистическая тенденция сближения Бога с миром, представшим в герметико-неоплатонических текстах как живое одушевленное целое, рассмотрение человека как земного Бога, исполненного титанического могущества, – все это создавало новые предпосылки для понимания природы.

Именно в этой атмосфере формировалась идея бесконечной вселенной, где Земля и Небо получают как бы равный статус, так же как и идеал активно-деятельного Человеко-бога, мага и чудотворца, для которого нет ничего невозможного. Только в этой атмосфере оказалось возможным снять противопоставление естественного и искусственного, природы и техники, теоретически подготовленное ранее. В этом новом свете открылась, наконец, перспектива реализовать возможности, заложенные в христианских догматах творения и боговоплощения.

В XVII веке наступила реакция против эзотерики и герметизма, сопровождавшаяся критикой натурфилософских спекуляций. Тут сказался дух Реформации и особенно контрреформации, возродивших христианское неприятие оккультизма и магии, астрологии и алхимии. Характерно, что Кеплер, совсем не чуждый неоплатонизму, в последние годы жизни выступает против увлечения “туманными загадками

вещей”; Р. Бойль весьма иронически относится к последователям Парацельса, противопоставляя их учению принципы научной химии. Непримируемую критику оккультизма находим мы у М. Мерсенна; П. Бейль разоблачает шарлатанские методы астрологов. Даже Фрэнсис Бэкон, столь многим обязанный магико-герметическим учениям, от которых он унаследовал идею органического единства искусства и природы, как и убеждение в том, что человек – властитель природы и ее преобразователь, – даже он стремится отмежеваться от тайных учений и отделить “научную магию” от “ненаучной”. Отголоски той же борьбы с духом Ренессанса слышны и у Ньютона, изгонявшего из физики “скрытые качества”, хотя, как известно, английский ученый и сам отдал немало времени и сил занятиям алхимией.

...Изгнание целевой причины как условие математизации физики.

Декарт определяет природу как протяженную субстанцию, отличая ее от субстанции мыслящей. Субстанции определяются через противоположность друг другу: ум – субстанция неделимая, тело – субстанция делимая. Первая составляет, по Декарту, предмет метафизики, вторая – предмет физики, т. е. механики.

Чтобы последовательно провести разделение всего сущего на две субстанции, Декарту потребовалось устранить ту реальность, которая делала возможным преодоление разрыва между умом и телом: душу. Животные, не говоря уже о растениях, никакой душой больше не наделяются, они – автоматы, так же как и человеческое тело. Последнее же есть “машина, которая, будучи создана руками Бога, несравненно лучше устроена и имеет в себе движения более изумительные, чем любая из машин, изобретенных людьми”.

В протяженной субстанции мы можем мыслить, по Декарту, ясно и отчетливо только ее величину, фигуру, движение, расположение ее частей; именно эти свойства составляют реальность того, что мы называем природой.

Под движением Декарт понимает лишь движение перемещения, “ибо философы, предполагая некоторые иные движения, отличные от этого, затемнили его истинную природу”. Говоря об “иных движениях”, Декарт имеет в виду качественные изменения, рост и уменьшение и, наконец, возникновение и уничтожение – все эти превращения в

перипатетической физике считались видами движения. Но что касается таких свойств телесных вещей, как цвет, вкус, запах и т. п., то относительно них, говорит Декарт, нет и не может быть ясного и отчетливого познания. Поэтому и сами указанные качества носят название вторичных (субъективных), в отличие от тех, которые объективны, т. е. реально присущи природе, а потому именуются первичными качествами.

Главное определение природных тел – это их протяженность в длину, ширину и глубину. Стало быть, та наука, которая имеет своим предметом протяженность, а именно геометрия, должна стать основой всех наук о природе. Учитывая, что телам присуща и фигура, а изучение фигур – тоже дело геометрии, ясно, что эта наука должна стать универсальным инструментом познания природы. При этом, однако, она должна быть преобразована так, чтобы с ее помощью можно было изучать также и движение, чего не делала античная геометрия. Тогда она предстанет в виде некоторой универсальной математики, универсальной науки – *Mathesis universalis*, – тождественной тому, что Декарт называл Методом.

Картезианское понимание природы как пространства, протяжения содержит в себе решение той задачи, которую в течение многих лет обсуждал и пытался решить Галилей, а именно максимально сблизить физический объект с математическим.

Как мы уже упоминали, античная и средневековая физика не была математической: предмет физики рассматривался как реально существующая природа, где действуют силы и происходят движения и изменения, причины которых и надо установить. Математика, напротив, понималась как наука, имеющая дело с идеальным, конструируемым объектом, относительно существования которого велись бесконечные споры. И хотя математические конструкции еще со времен Евдокса (IV в. до н. э.) применялись в астрономии, они были лишены статуса физической теории, рассматривались как математические фикции, цель которых – “спасение явлений”, т. е. объяснение видимых, наблюдаемых траекторий небесных тел.

Воззрение на различие предметов физики и математики существовало почти два тысячелетия – со времен Евдокса, Платона и Аристотеля вплоть до XVI века.

Еще и в XVII веке у некоторых ученых сохраняется представление о том, что физика не может быть математической наукой, потому что у математики и физики – разные методы и разные предметы исследования. У Галилея впервые проводится математическое обоснование физики уже не в качестве лишь условно-гипотетического, как это было в античной и средневековой астрономии, а в качестве аподиктического. Как отмечает один из исследователей творчества Галилея, французский историк науки М. Клавелен, “Галилей подчеркивает бесчисленные преимущества, которые даст отождествление доказательства в физике с доказательством математическим”. И в самом деле, объяснение у Галилея означает преобразование проблемы из физической в математическую – последняя затем и разрешается средствами математики. Так, например, доказывая, что вращение Земли вокруг своей оси не вызывает отклонения к западу камня, падающего с башни, Галилей рассуждает следующим образом. Представим себе корабль, который с определенной скоростью движется вокруг земного шара. Все предметы на корабле получили одинаковую с ним скорость, а потому камень, падающий с вершины мачты, имея общую скорость и общее направление движения с кораблем, упадет туда же, куда он упал бы, будь корабль неподвижен. Теперь заменим – в воображении – движущийся корабль башней, которая вращается с Землей при ее суточном вращении. С механической точки зрения здесь совершенно аналогичная ситуация.

Таким способом Галилей возражает против излюбленного аргумента в пользу неподвижности Земли: если бы Земля действительно двигалась, утверждали противники системы Коперника, то камень при падении с башни отклонялся бы в сторону, противоположную направлению вращения Земли.

Характерно, что Галилей здесь не обращается к собственно физическим факторам, например к понятию силы (причины движения), к понятию естественного кругового движения и т. д. Суть доказательства сводится к двум моментам. Во-первых, вводится принцип, представляющий собой предположение (гипотезу) о сохранении телом приданного ему движения (по направлению и по величине). В сущности это идея импëtуса, как ее разработала средневековая физика в лице прежде всего Буридана: не случайно именно Буридан в своих комментариях

к книге Аристотеля “Физика” и “О небе” доказывал, что все тела на Земле разделяют ее движение – как вращательное, так и орбитальное. Во-вторых, из этой гипотезы выводится следствие о необходимости вертикального (без всякого отклонения) падения тел независимо от движения или покоя той системы, в которой падает тело. Связь между предположением и выводом носит математический характер.

Такой перевод физических проблем на язык математики позволяет придать полученным на определенном единичном примере выводам универсальное значение. Так, например, параболическая траектория, описываемая артиллерийским снарядом, рассматривается Галилеем как частный случай движения тела, катящегося по горизонтальной плоскости, а затем падающего вниз, с сохранением приобретенной инерции движения по горизонтали. Этот же принцип объяснения Галилей считает возможным применить и к движению тела, брошенного вверх, и не прибегает при этом ни к каким дополнительным допущениям, как это делали его предшественники – физики буридановской школы.

Осуществляемая Галилеем геометризация доказательства позволяет придать физическому примеру ту всеобщность, которую он без этого не может иметь, ибо в этом случае не надо принимать во внимание физические факторы, всякий раз – особые. Вместо физического движения Галилей рассматривает его математическую модель, которую он конструирует, и эта мысленная конструкция, как правило, носит у него название эксперимента.

Условия эксперимента должны быть выполнены так, чтобы физический объект оказался идеализированным, чтобы между ним и математической конструкцией, с которой имеет дело геометр, было как можно меньше различия. Вот почему для Галилея так важна точность его экспериментов – именно она служит залогом возможности превратить физику в математическую науку. В этом отношении показателен один из важнейших галилеевских экспериментов – движение тела по наклонной плоскости, с помощью которого устанавливается закон свободного падения тел. Галилей так описывает этот эксперимент: “Вдоль узкой стороны линейки или, лучше сказать, деревянной доски, длиною около двенадцати локтей, шириною пол-локтя и толщиной около трех дюймов, был прорезан канал шириною не больше одного дюйма.

Канал этот был прорезан совершенно прямым и, чтобы сделать его достаточно гладким и скользким, оклеен внутри возможно ровным и полированным пергаментом; по этому каналу мы заставляли падать гладкий шарик из твердейшей бронзы совершенно правильной формы. Установив изготовленную таким образом доску, мы поднимали конец ее над горизонтальной плоскостью, когда на один, когда на два локтя, и заставляли скользить шарик по каналу, ...отмечая ...время, необходимое для пробега им всего пути; повторяя много раз один и тот же опыт, чтобы точно определить время, мы не находили никакой разницы даже на одну десятую времени биения пульса. Точно установив это обстоятельство, мы заставляли шарик проходить лишь четвертую часть длины того же канала; измерив время его падения, мы всегда находили самым точным образом, что оно равняется половине того, которое наблюдалось в первом случае”.

Галилей, как видим, прежде всего озабочен точностью измерения: он подчеркивает совершенную прямизну прорезанного канала, его предельную гладкость, позволяющую до минимума свести сопротивление, с тем чтобы можно было уподобить движение по наклонной плоскости его чистому образцу – качанию маятника. Но важнее всего для Галилея точное измерение времени падения шарика, ибо с помощью этого измерения как раз и должен быть подтвержден закон, установленный Галилеем математически, т. е. как предположение, а именно, что отношение пройденных путей равно отношению квадратов времени их прохождения.

Между тем точность эксперимента, и притом в самом ответственном пункте, при измерении времени, далека от той, какой хотелось бы итальянскому ученому. Послушаем Галилея: “Что касается измерения времени, то мы пользовались большим ведром, наполненным водою и подвешенным наверху; в дне ведра был проделан узкий канал; через этот последний вода изливалась тонкой струйкой и собиралась в маленьком бокале в течение всего того времени, как шарик спускался по всему каналу или части его; собранные таким образом части воды каждый раз взвешивались на точнейших весах; разность и отношение веса воды для разных случаев давали нам разность и отношения времен падения, и притом с такой точностью, что... повторяя один опыт

много и много раз, мы не могли заметить сколько-нибудь значительных отклонений”. Комментируя этот отрывок из Галилея, И. Б. Погребысский замечает: “Опыты... описаны с подробностями, не позволяющими сомневаться в том, что они были действительно произведены. Правда, теперь нас смущают ссылки на то, что все подтверждалось на опыте вполне точно, что нельзя было уловить разницу во времени “даже на одну десятую биения пульса” и т. д., но такое безоговорочное изложение результатов эксперимента встречается у Галилея не раз”.

Думается, что дело тут не просто в недобросовестности экспериментатора. Галилей сам хорошо понимал, что абсолютной точности между теоретическим допущением, имеющим математическую форму, и реально проводимым физическим экспериментом достигнуть невозможно: для этого нужны идеальные плоскости, идеальные шары, идеальные часы и т. д. Но в том-то и дело, что единственным способом подтверждения истинности математического допущения мог быть только эксперимент, и потому Галилей должен был убедить своих слушателей и читателей в том, что в эксперименте может быть осуществлена близкая к идеальной точность.

Более решительно, чем Галилей, к проблеме конструкции физического объекта подошел Декарт. Постулировав тождество материи и пространства, Декарт получил онтологическое обоснование для сближения физики с геометрией, какого не было еще у Галилея. У Декарта мир природы превращается в бесконечно простирающееся математическое тело. Сила, активность, деятельность вынесены за пределы природного мира; их источник – трансцендентный Бог. С помощью закона инерции Декарт связывает движение с протяжением, устраняя из природы – с помощью догмата о творении – всякое представление о конечных причинах.

Устранение понятия цели при изучении природы – фундаментальная особенность становящейся механики. “Весь род тех причин, которые обыкновенно устанавливают через указание цели, неприменим к физическим и естественным вещам”, резюмирует Декарт. “Природа не действует по цели”, вторит ему Спиноза. То же самое читаем у Фрэнсиса Бэкона: “Физика – это наука, исследующая действующую причину и материю, метафизика – это наука о форме и конечной причине”.

Изгнанная из природы, целевая причина, однако не была элиминирована совсем, она сохранилась в метафизике, изучающей не движения тел, а природу духа и души. “Душа, – писал Лейбниц Кларку, – действует свободно, следуя правилам целевых причин, тело же – механически, следуя законам действующих причин”. Однако в XVIII веке, в эпоху Просвещения, когда началась критика метафизики со стороны ученых-естествоиспытателей, а также философов, настроенных позитивистски и возвестивших победу материализма – Эйлера, Кейла, Ламетри, Даламбера, Гольбаха и др., – возникла тенденция к тому, чтобы всю систему человеческого знания перевести на язык механики. В этот период понятие цели устранялось отовсюду; возникло даже стремление понять человека как полностью детерминированного внешними обстоятельствами, “средой”, т. е. цепочкой “действующих причин”: появилась “философия обстоятельств” как проекция механики на науки о человеке.

...Разрушение античного и средневекового космоса, происходившее в философии и естествознании XVII века и сопровождавшееся апелляцией и к стоической натурфилософии, и к пантеистическим тенденциям, заложенным в неоплатонизме и герметизме, получало религиозный импульс от протестантов-реформаторов, выступавших с резкой критикой средневекового принципа иерархии. В кальвинизме, особенно у его английских последователей, борьба против идеи иерархии велась наиболее ожесточенно. Не признавая необходимости в посреднике между человеком и Богом и, тем самым, отвергая иерархию церковных властей, кальвинисты подчеркивали, что Бог непосредственно обращается к человеку и столь же непосредственно правит вселенной, не нуждаясь в целом сонме небесных чинов – ангелов и архангелов, проводников божественной воли в земном мире. Для большинства ученых XVII века – к ним, несомненно, принадлежал и Ньютон – этот религиозный импульс был достаточно сильным и придавал особо глубокий смысл их научной деятельности. Тот темперамент, та поистине страстная энергия, с которой Галилей, Бэкон, Гоббс, Декарт, Ньютон, Гюйгенс и другие ученые выступали против перипатетической физики с ее иерархическим космосом, так хорошо согласовавшимся со средневековой картиной божественной иерархии мира, земным аналогом

которой была иерархия церковная, — эта энергия во многом питалась движением Реформации.

Поскольку космическая иерархия в Средние века осмыслялась с помощью философии и физики Аристотеля, не удивительно, что именно Аристотель был предметом ожесточенной критики со стороны протестантов; на Аристотеля, как на источник католического небагопочтения, особенно обрушивались пиетисты. “Последующую специфическую антипатию пиетистов к философии Аристотеля разделял, хотя в несколько ином аспекте, Лютер, а также Кальвин, сознательно противопоставлявший в этом вопросе свои взгляды католицизму”, — пишет Макс Вебер в работе “Протестантская этика и дух капитализма”.

В противоположность интеллектуализму Аристотеля реформаторы утверждали примат воли. В этом отношении они продолжили ту “волютаристскую” линию в средневековой теологии, характерную для францисканцев... И не случайно Ньютон в полемике с Декартом делает акцент именно на воле Божией. То же самое мы видим в полемике ньютонианца Кларка с Лейбницем; Кларк защищает точку зрения, согласно которой свободная воля Бога есть последнее основание божественных действий. “Несомненно, — пишет Кларк, — нет ничего без достаточного основания к тому, почему оно скорее существует, чем не существует, и почему оно скорее таково, а не иное. Относительно вещей, однако, самих по себе индифферентных, одна чистая воля, не испытывая никакого воздействия извне, является таким достаточным основанием. Это справедливо также относительно вопроса о том, почему Бог определенную частицу материи создал в этом, а не в каком-либо другом месте, или поставил ее туда, в то время как все места первоначально сходны”.

Именно акцент на божественной воле, а не на божественном разуме определил характерный для протестантизма подход к изучению природы. Знание реальных явлений и процессов невозможно вывести из идей божественного ума, сообразно которым сотворены эти вещи; в этом вопросе последователи Лютера и Кальвина сходятся с номиналистами XII–XIV вв. А потому познание природы требует обязательно обращения к опыту. Протестантски ориентированные ученые и в самом деле апеллируют к опыту, как Фр. Бэкон, или к рационализированному

с помощью математики эмпиризму, к эксперименту, как его понимают Гюйгенс, Гук, Ньютон. Это эксперимент реальный, а не просто мысленный, к какому главным образом прибегали и Галилей, и Декарт.

Немецкий социолог М. Вебер отмечает тесную связь экспериментально-эмпирического подхода именно с протестантизмом: “Решающей для протестантской аскезы точкой зрения – она наиболее отчетливо сформулирована у Шпенера – ...является следующая: подобно тому как христианина узнают по плодам его веры, так и познание Бога и его намерений может быть углублено посредством познания его творений. В соответствии с этим все пуританские, баптистские и пие-тистские вероисповедания проявляли особую склонность к физике и к другим, пользующимся теми же методами математическим и естественным наукам. В основе лежала вера в то, что посредством эмпирического исследования установленных Богом законов природы можно приблизиться к пониманию смысла мироздания, который вследствие фрагментарного характера божественного откровения (чисто кальвинистская идея) не может быть понят путем спекулятивного оперирования понятиями. Эмпиризм XVII века служил аскезе средством искать “Бога в природе”. Предполагалось, что эмпиризм приближает к Богу, а философская спекуляция уводит от Него. В частности, философия Аристотеля принесла, по мнению Шпенера, наибольший вред христианству”.

Вспомним заключительный пассаж “Математических начал натуральной философии” Ньютона, где он высказывает надежду, что установленные им законы природы будут содействовать пониманию смысла сотворенного Богом мира. Вспомним обращение к Богу Кеплера в предисловии к книге “Гармония мира”: “...я показал людям, которые будут читать эту книгу, славу Твоих дел; во всяком случае в той мере, в какой мой ограниченный разум смог постичь нечто от Твоего безграничного величия”.

Это не просто риторика. Тут великие ученые, создатели новой науки, говорят о том, что вдохновляло их в их научных трудах; а были они – это особенно хорошо видно на примере Ньютона – подлинными подвижниками науки, составлявшей религиозный смысл их существования.

Влияние протестантизма на генезис нового экспериментально-математического естествознания уже давно исследуется как в зарубежной, так и в отечественной философии и истории науки. Однако в первую очередь это влияние усматривают обычно в практической направленности новоевропейской науки, в ее ориентации на преобразование природы с целью поставить ее на службу человеческим потребностям и целям. Такая связь между Реформацией и наукой действительно налицо, и это особенно очевидно у английских философов и ученых, например у Фрэнсиса Бэкона, определившего дух и настроение Королевского общества, к которому принадлежал и Ньютон: необходимость ориентации на эксперимент и нетерпимость к отвлеченным спекуляциям и априорным построениям объединяла всех членов этого научного сообщества.

...У Галилея впервые проводится математическое обоснование физики уже не в качестве лишь условно-гипотетического, как это было в античной и средневековой астрономии, а в качестве аподиктического.

Как мы уже отмечали выше, объяснение у Галилея означает преобразование проблемы из физической в математическую; последняя затем и разрешается средствами математики. Ибо для того, чтобы математическое доказательство получило право гражданства в физике, необходимо создать эксперимент, т. е. такую предельную ситуацию, в рамках которой математическая конструкция и физическая реальность могли бы совпасть. В случае, когда эксперимент носит воображаемый (или, как у нас чаще говорят, мысленный) характер – а таково большинство экспериментов Галилея, – главную задачу ученый видит в демонстрации его точности.

Главным своим противником Галилей считает Аристотеля, у которого физика и математика строго различены; напротив, своим предшественником он вполне справедливо считает Архимеда – ведь статика Архимеда и в самом деле покоится на иных предпосылках, чем аристотелевская физика. Если Аристотель исходит из понятий кинематических, считая главным предметом физики движение, то Архимед в работе “О равновесии плоских фигур” рассуждает как геометр. Античная математика не считала возможным сделать движение своим предметом, поэтому и античная механика как наука геометрическая ограничилась

статикой. Но тут есть один существенный момент: хотя аксиомы, принятые Архимедом в качестве предпосылок теории равновесия тел, имеют своим образцом евклидовы, однако их доказательная сила, по мнению самого Архимеда, уступает силе евклидовых доказательств. То, что доказано так называемым “механическим методом”, как убежден сам Архимед, уступает в строгости тому, что доказано средствами чистой математики. Причина этого различия, указанная еще Аристотелем, состоит в том, что геометрическое доказательство требует исходить из начал, которые сами по себе истинны и не вызывают никакого сомнения, тогда как при “механическом доказательстве” начала, т. е. исходные допущения, суть лишь гипотезы, правомерность которых подтверждается с помощью полученных из них следствий – если последние совпадают с опытом. Но такое знание не может быть столь же достоверным, как геометрическое. В первом случае, таким образом, исходят из истинного, тогда как во втором – лишь из правдоподобного.

Надо сказать, что это различие между чисто математическими и механическими доказательствами признавали не только античные и средневековые ученые, но и многие математики и физики Нового времени. Так, например, Гюйгенс в “Трактате о свете”, пользуясь механическим методом, оценивает его точно так же, как и Архимед. “Доказательства, приводимые в этом трактате, – пишет Гюйгенс, – отнюдь не обладают той же достоверностью, как геометрические доказательства, и даже весьма сильно от них отличаются, так как в то время, как геометры доказывают свои предложения с помощью достоверных и неоспоримых принципов, в данном случае принципы подтверждаются при помощи полученных из них выводов... Все же при этом можно достигнуть такой степени правдоподобия, которая часто вовсе не уступает полной очевидности. Это случается именно тогда, когда вещи, доказанные с помощью этих предполагаемых принципов, совершенно согласуются с явлениями, обнаруживаемыми на опыте”.

В отличие от Гюйгенса, Галилей не считал механический метод в чем-нибудь уступающим геометрическому. Применяя в физике математическую конструкцию, Галилей относится к ней совсем не так, как в свое время греческие и средневековые математики и астрономы; математическое построение у него не просто “спасает явления”,

но нередко ставится на место причинного их объяснения. В результате представление Гоббса о геометрии как науке демонстративной и строго доказательной распространяется Галилеем и на физику: предмет не только геометрии, но и физики (механики) конструируется нами самими, а потому есть продукт нашей деятельности и в качестве такового познаваем столь же достоверно, как и предмет математики. Однако поскольку эмпирическая картина движения тел сильно отличается от конструируемой математически картины движения, то ученый должен либо отыскать в природе такой объект, который в наиболее чистой форме демонстрировал бы его математическую конструкцию, либо создать объект искусственно, т. е. поставить эксперимент. То обстоятельство, что эксперименты Галилея по большей части являются мысленными, или, как в свое время характеризовал их Э. Мах, воображаемыми, с особенной наглядностью показывает их назначение.

Однако Галилею не удалось до конца провести идею математизации физики: хотя он и был пионером в деле математического конструирования предмета физики, тем не менее, физическая реальность все же отличается у него от геометрической, поскольку она наделена силой, и прежде всего силой тяжести. Не случайно, как это давно отмечали историки науки, Галилею так и не удалось сформулировать закон инерции.

Гайденко П.П. Научная рациональность
и философский разум. // www.pnzgu.ru

Френсіс Бекон

Бекон Френсіс (1561–1626) – барон Веруламський і віконт Сент-Албанський, будучи сином придворного аристократа, сам зробив кар’єру придворного, обійнявши посаду лорда канцлера. Його перу належать трактати та нариси з філософії, науки, історії, політики, права, теології, моралі. Свого часу він навіть підозрювався в авторстві шекспірівських п’єс. Однак у цьому переліку не представлено яких-небудь математичних доробків чи то симпатій Бекона, що видали б у ньому, як це представлено у деяких історико-філософських періодизаціях, мислителя Ренесансу. З іншого боку, Бекон вважається першим безпосереднім виразником ідеї дослідної науки, що притаманна світогляду, філософії доби Нового часу. Ще один аргумент на користь цього – революційна спрямованість на об’єктивне експериментальне “тлумачення природи” на противагу до схоластичних аристотелізму та авторитаризму, демонічних магії та алхімії. У своїй незакінченій програмі “Великого відновлення наук” Бекон переслідував взаємопов’язані цілі *розробки та обґрунтування* універсальної методології наукового пошуку (1); класифікації наук, що розділяла б морально-релігійне і раціонально-природне знання, теорію і практику, істинне і корисне (2); “істинної та законної” логічної індукції, що дозволяла б аналітично вивчати діючі (процесуальні) першопочатки матерії, надані та застосовні в досвіді (3); рефлексивних засобів профілактики суб’єктивних оман (“примар”, “тіней”, “ідолів”), що очікують вченого на шляху до твердого, очевидного та корисного знання “прихованого схематизму явищ” (4). Серед багатьох рекомендацій-новацій англійського філософа для науки слід виділити спрямування на технічне озброєння експериментального досвіду, емпіричну і прагматичну верифікацію відкриттів та винаходів, історичну мінливість уявлень про істину, етику “громадянських” відносин в науковому середовищі тощо.

Основні твори: “Приготування до природничої та експериментальної історії” (1620), “Новий Органон” (1620), “Про гідність та примноження наук” (1623), “Нова Атлантида” (1627).



Ф. Бэкон. Новый Органон: Афоризмы об истолковании природы и царстве человека (1620)

...Наиболее серьезная из всех ошибок состоит в отклонении от конечной цели науки. Ведь одни люди стремятся к знанию в силу врожденного и беспредельного любопытства, другие – ради удовольствия, третьи – чтобы приобрести авторитет, четвертые – чтобы одержать верх в состязании и споре, большинство – ради материальной выгоды и лишь очень немногие – для того, чтобы данный от бога дар разума направить на пользу человеческому роду.

...Наша цель состоит в том, чтобы найти и предоставить интеллекту необходимую помощь, благодаря которой он сможет преодолеть все трудности и раскрыть тайны природы.... Именно это мы и собираемся сделать: к подобной цели и направлены все наши усилия: с помощью особой науки сделать разум адекватным материальным вещам, найти особое искусство указания и наведения..., которое раскрывало бы нам и делало известным остальные науки, их аксиомы и методы.

...Пусть никто не надеется, что он сможет управлять природой или изменять ее, пока должным образом ее не поймет и не узнает...

Те, кто занимался науками, были или эмпириками, или догматиками. Эмпирики, подобно муравью, только собирают и довольствуются собранным. Рационалисты, подобно паукам, производят ткань из самих себя. Пчела же избирает средний способ: она извлекает материал из садовых и полевых цветов, но располагает и изменяет его по своему умению. Не отличается от этого и подлинное дело философии. Ибо она не основывается только или преимущественно на силах ума и не откладывает в сознание нетронутый материал, извлекаемый из естественной истории и из механических опытов; но изменяет его и перерабатывает в разуме. Итак, следует возложить добрую надежду на более тесный и нерушимый (чего до сих пор не было) союз этих способностей – опыта и рассудка.

...Мы же не воздвигаем какой-либо Капитолий или пирамиду в честь человеческого высокомерия, но основываем в человеческом разуме священный храм по образцу мира. И мы следуем этому образцу. Ибо то, что достойно для бытия, достойно и для познания, которое есть изображение бытия.

...Подлинная же и надлежащая мета [цель] наук не может быть другой, чем наделение человеческой жизни новыми открытиями и благами.

Для наук же следует ожидать добра только тогда, когда мы будем восходить по истинной лестнице, по непрерывным, а не прерывающимся ступеням – от частных к меньшим аксиомам и затем средним, одна выше другой, и, наконец, к самым общим.

Ведь только пустой и ограниченный ум способен считать, что можно создать и предложить некое с самого начала совершенное искусство научных открытий, которое затем остается только применять в научных исследованиях. Но люди должны твердо знать, что подлинное и надежное искусство открытия растет и развивается вместе с самими открытиями, так что если кто-то, приступая впервые к исследованиям в области какой-нибудь науки, имеет некоторые полезные руководящие принципы исследования, то после того, как он будет делать все большие успехи в этой науке, он может и должен создавать новые принципы, которые помогут ему успешно продвигаться к дальнейшим открытиям. ...

Знание и могущество человека совпадают, ибо незнание причины затрудняет действие. Природа побеждается только подчинением ей, и то, что в созерцании представляется причиной, в действии представляется правилом.

Два пути существуют и могут существовать для отыскания и открытия истины. Один воспаряет от ощущений и частных к наиболее общим аксиомам и, идя от этих оснований и их непоколебимой истинности, обсуждает и открывает средние аксиомы. Этим путем и пользуются ныне. Другой же путь: выводит аксиомы из ощущений и частных, поднимаясь непрерывно и постепенно, пока наконец не приходит к наиболее общим аксиомам. Это путь истинный, но не испытанный. ...

Разум, предоставленный самому себе, вступает на [первый] путь.... Ибо дух стремится подняться к наиболее общему, чтобы там успокоиться, и слишком скоро начинает пренебрегать опытом. ...Разум, предоставленный самому себе, если это ум трезвый, терпеливый и упорный (особенно, если ему не мешают усвоенные ранее учения), пытается

отчасти идти по второму, истинному пути, но с малым успехом. Ибо разум, если им не управляют и не помогают ему, бессилен и вовсе не способен преодолеть темноту вещей.

Оба эти пути исходят из ощущений и частных и завершаются в высших общностях. Но различие их неизмеримо. Ибо один лишь бегло касается опыта и частных, другой надлежащим образом задерживается на них. Один сразу же устанавливает некие общности, абстрактные и бесполезные, другой постепенно поднимается к тому, что действительно сообразно природе. ...

Тщетно ожидать большого прибавления в знаниях от введения и прививки нового к старому. Должно быть совершено обновление до последних основ, если мы не хотим вечно вращаться в круге с самым ничтожным движением вперед. ...

Мы должны привести людей к самим частностям, к их рядам и сочетаниям. Пусть люди на время прикажут себе отречься от своих понятий и пусть начнут свыкаться с самими вещами. ...

Идолы и ложные понятия, которые уже пленили человеческий разум и глубоко в нем укрепились, так владеют умом людей, что затрудняют вход истине, но, если даже вход ей будет дозволен и предоставлен, они снова преградят путь при самом обновлении наук и будут ему препятствовать, если только люди, предостереженные, не вооружатся против них, насколько возможно.

Есть четыре вида идолов, которые осаждают умы людей. Для того чтобы изучать их, дадим им имена. Назовем первый вид *идолами рода*, второй – *идолами пещеры*, третий – *идолами площади* и четвертый – *идолами театра*.

...*Идолы рода* находят основание в самой природе человека, в племени или самом роде людей, ибо ложно утверждать, что чувства человека есть мера вещей. Наоборот, все восприятия как чувства, так и ума, покоятся на аналогии человека, а не аналогии мира. Ум человека уподобляется неровному зеркалу, которое, примешивая к природе вещей свою природу, отражает вещи в искривленном и обезображенном виде.

Идолы пещеры суть заблуждения отдельного человека. Ведь у каждого помимо ошибок, свойственных роду человеческому, есть своя

особая пещера, которая ослабляет и искажает свет природы. Происходит это или от особых прирожденных свойств каждого, или от воспитания и бесед с другими, или от чтения книг и от авторитетов, перед какими кто преклоняется, или вследствие разницы во впечатлениях, зависящей от того, получают ли их души предвзятое и предрасположенное или же души хладнокровные и спокойные, или по другим причинам. Так что дух человека, смотря по тому, как он расположен у отдельных людей, есть вещь переменчивая, неустойчивая и как бы случайная. Вот почему Гераклит правильно сказал, что люди ищут знаний в малых мирах, а не в большом, или общем мире.

Существуют еще идолы, которые происходят как бы в силу взаимной связанности и сообщества людей. Эти идолы мы называем, имея в виду порождающие их общения и сотоварищества людей, *идолами площади*. Люди объединяются речью. Слова же устанавливаются соответственно разумению толпы. Поэтому плохое и нелепое установление слов удивительным образом осаждает разум. Определения и разъяснения, которыми привыкли вооружаться и охранять себя ученые люди, никоим образом не помогают делу. Слова прямо насилуют разум, смешивая все, и ведут людей к пустым и бесчисленным спорам и толкованиям.

Существуют, наконец, идолы, которые вселились в души людей из разных догматов философии, а также из превратных законов доказательств. Их мы называем *идолами театра*, ибо мы считаем, что, сколько есть принятых или изобретенных философских систем, столько поставлено и сыграно комедий, представляющих вымышленные и искусственные миры. ...При этом мы разумеем здесь не только общие философские учения, но и многочисленные начала и аксиомы наук, которые получили силу вследствие предания, веры и беззаботности. ...

Самое лучшее из всех доказательств есть опыт, если только он коренится в эксперименте. Ибо если он переносится и на другое, что считается сходным, и это перенесение не производится должным образом, то опыт становится обманчивым. Но тот способ пользоваться опытом, который люди теперь применяют, слеп и неразумен. И потому, что они бродят и блуждают без всякой верной дороги и руководствуются только теми вещами, которые попадают на встречу, они обращаются ко многому, но мало продвигаются вперед. ...На истинном же пути опыта,

на приведении его к новым творениям должны быть всеми взяты за образец божественная мудрость и порядок. Бог в первый день творения создал только свет, отдав этому делу целый день и не сотворив в этот день ничего материального. Подобным же образом прежде всего должно из многообразного опыта извлекать открытие истинных причин и аксиом и должно искать светоносных, а не плодоносных опытов. Правильно же открытые и установленные аксиомы вооружают практику не поверхностно, а глубоко и влекут за собой многочисленные ряды практических приложений. ...

Истинный же метод опыта сначала зажигает свет, потом указывает светом дорогу: он начинает с упорядоченного и систематического опыта, отнюдь не превратного и отклоняющегося в сторону, и выводит из него аксиомы, а из построенных аксиом – новые опыты; ведь и божественное слово не действовало на массу вещей без распорядка! ...

И потому пусть люди перестанут удивляться тому, что путь наук еще не пройден, ибо они вовсе сбились с дороги, решительно оставив и покинув опыт или путаясь и блуждая в нем, как в лабиринте. Правильно же построенный метод неизменной стезей ведет через леса опыта к открытию аксиом.

Указанное зло достигло устрашающих размеров, выросши из некоего укоренившегося исстари надменного и вредоносного мнения, или суждения. Оно состоит в том, что достоинство человеческого разума будет умалено, если он долго и много будет обращаться к опыту и частным вещам, подлежащим чувству и определенным в материи, тем более что вещи этого рода требуют прилежного искания и они слишком низменны для того, чтобы о них размышлять, слишком грубы, чтобы о них говорить, слишком неизящны для того, чтобы ими пользоваться, бесконечны по количеству и недостаточны по совершенству. И вот, дело дошло до того, что истинная дорога не только покинута, но даже закрыта и ограждена, а опыт находится в совершенном пренебрежении, не говоря уже о том, что он оставлен или дурно управляем.

Бэкон Ф. Сочинения: в 2-х тт. – М.: Мысль, 1978. – Т. 2. – С. 12–23, 34–35, 45.

Рене Декарт

Декарт Рене (1596–1650) – Renatus Des Cartes, Картезій, засновник раціоналістичної філософії, що радикально протиставила себе книжній схоластичній традиції. Прагнучи максимальної достовірності наукового знання, Декарт проголошує необхідність автономії індивіда від релігійних приписів, за що його твори після смерті були деякий час під заборотою. Виходячи з рефлексивної процедури тотального сумніву, аналогічного до беконівської профілактики “ідолів”, французький філософ добирав засади для всього корпусу наукових дисциплін



(фізики, механіки, астрономії, медицини, етики) у вроджених ідеях розуму, наділеного “природним сяйвом” від Бога і тому гарантованого у пізнанні істини за умови застосування істинного методу. Правила універсального методу як вершина картезіанської метафізики були екстрапольовані ним з математики, багато в чому реорганізованої самим Декартом, і склали ядро його програми Всезагальної математики. В ході її реалізації було засновано такі наукові дисципліни, як алгебра, аналітична геометрія, механіка, оптика, фізіологія, психологія, метеорологія, а також було задано формальний зразок для розробки ідей “суспільної угоди” та “природних прав людини”. Займаючи позицію антиспіритуалізму, Декарт сприяв становленню механістичної картини світу, програми математичного природознавства та взаємопроникнення науки і техніки. У розв’язанні психофізичної проблеми прийшов до плідної концепції “рефлексів” тваринного духу і суб’єкт-об’єктної моделі пізнання, що стала парадигмальною для всієї класичної науки. Незважаючи на широкий життєвий досвід – Декарт навчався у трьох університетах, подорожував Францією, Італією, Швецією, об’їздив в статусі найманого офіцера Голландію, Німеччину, Австрію, Богемію, Угорщину – не виявив у своїй “практичній філософії”, що була орієнтована на оволодіння природою, інтересу чи хисту до суспільно-політичних студій.

Основні твори: “Правила до керування розумом” (1627–1629), “Міркування про метод” з додатками “Діоптрика”, “Метеори”, “Геометрія” (1637), “Метафізичні медитації” (1641), “Першооснови філософії” (1644).

Р. Декарт. Рассуждения о методе для хорошего направления разума и отыскания истины в науках (1637)

Длинные цепи простых и легких выводов, которыми геометры пользуются, чтобы получить наиболее сложные доказательства, дали возможность представить, что все, могущее стать предметом знания, находится между собой в такой же последовательности. Если не принимать за истинное то, что таковым не является, блюсти порядок и выводить одно из другого, то не останется истин столь недостижимых и сокровенных, чтобы их нельзя было раскрыть. Мне не составило труда отыскать, с чего же следует начать, ибо я уже знал, что начинать надо с простейшего и легко познаваемого. Учтя, что только математикам удалось найти некоторые доказательства, т. е. точные и очевидные соображения, я не сомневался, что и мне следует начать с того же... Хотя предметы различны между собой, они, тем не менее, согласуются между собой в отношениях и пропорциях, поэтому я решил искать лишь эти отношения... чтобы применять их потом к другим подходящим предметам. Зная, что для познания этих отношений мне придется рассматривать каждую пропорцию в отдельности, помнить сразу несколько, я решил изображать их в виде линий, ибо не находил ничего более простого и наглядно представляемого воображением и чувствами. Чтобы рассматривать несколько линий одновременно, требовалось выразить их возможно меньшим числом знаков. Так я заимствовал все лучшее из геометрического анализа и из алгебры, исправляя недостатки первого с помощью второй.

...Я имел, по моему мнению, счастье с юности попасть на некоторые пути, которые привели меня к соображениям и правилам, позволившим мне составить метод, с помощью которого я могу, как мне кажется, постепенно увеличивать мои знания и довести их мало-помалу до высшей степени, которую позволяет достигнуть посредственность моего ума и краткий срок жизни. С помощью этого метода я собрал уже многие плоды, хотя в суждении о самом себе стараюсь склоняться более к недоверию, чем к сомнению.

Таким образом, мое намерение состоит не в том, чтобы научить здесь методу, которому каждый должен следовать, чтобы хорошо направлять свой разум, а только в том, чтобы показать, каким образом старался я направлять свой собственный разум. Кто берется давать наставления другим, должен считать себя искуснее тех, кого наставляет, и если он в малейшем окажется несостоятельным, то подлежит порицанию.

С детства я был обучен наукам, и так как меня уверили, что с их помощью можно приобрести ясное и надежное познание всего полезного для жизни, то у меня было чрезвычайно большое желание изучить эти науки. Но как только я окончил курс учения, завершаемый обычно принятием в ряды ученых, я совершенно переменял свое мнение, ибо так запутался в сомнениях и заблуждениях, что, казалось, своими стараниями в учении достиг лишь одного: все более и более убеждался в своем незнании.

О философии скажу одно: видя, что в течение многих веков она разрабатывается превосходнейшими умами и, несмотря на это, в ней доньше нет положения, которое не служило бы предметом споров и, следовательно, не было бы сомнительным, я не нашел в себе такой самонадеянности, чтобы рассчитывать на больший успех, чем другие. И принимая во внимание, сколько относительно одного и того же предмета может быть разных мнений, которые могут быть поддержаны учеными людьми, тогда как истинным среди этих мнений может быть только одно, я стал считать ложным все, что было не более чем только правдоподобным.

Далее, что касается других наук, то поскольку они заимствуют начало от философии, я полагал, что на столь слабых основаниях нельзя построить ничего прочного.

Вот почему, как только возраст позволил мне выйти из подчинения моим наставникам, я совсем оставил книжные занятия и решился искать только ту науку, которую мог обрести в самом себе или же в великой книге мира, и употребил остаток моей юности на то, чтобы путешествовать, увидеть дворы и армии, встречаться с людьми разных нравов и положений и собрать разнообразный опыт, испытать себя во встречах, которые пошлет судьба, и повсюду поразмыслить над

встречающимися предметами так, чтобы извлечь какую-нибудь пользу из таких занятий.

...Так я мало-помалу освободился от многих ошибок, которые могут заслонить естественный свет и сделать нас менее способными слышать голос разума. После того как я употребил несколько лет на такое изучение в книге мира и приобрел некоторый запас опыта, я принял в один день решение изучить самого себя и употребить все силы ума, чтобы выбрать пути, которым я должен следовать. Это, кажется, удалось мне в более значительной степени, чем если бы я никогда не удалялся из моего отечества и от моих книг. ...

...Но я еще на школьной скамье узнал, что нельзя придумать ничего столь странного и невероятного, что не было бы уже высказано кем-либо из философов. Затем, во время путешествий я убедился, что люди, имеющие понятия, противоречащие нашим, не являются из-за этого варварами или дикарями, и многие из них так же или даже более разумны, чем мы. Но при всем том большинство голосов не является доказательством, имеющим какое-нибудь значение для истин, открываемых с некоторым трудом, так как гораздо вероятнее, чтобы истину нашел один человек, чем целый народ. По этим соображениям я не мог выбрать никого, чьи мнения должен был бы предпочесть мнениям других, и оказался как бы вынужденным сам стать своим руководителем.

Но как человек, идущий один в темноте, я решился идти так медленно и с такой оглядкой, что если и мало буду продвигаться вперед, то по крайней мере буду обеспечен от падения. Я даже не хотел сразу полностью отбрасывать ни одно из мнений, которые прокрались в число моих убеждений помимо моего разума, до тех пор, пока не посвящу достаточно времени на составление плана предпринимаемой работы и на разыскание истинного метода для достижения познания всего того, к чему способен мой ум.

И подобно тому, как обилие законов доставляет нередко повод к оправданию пороков, и государство лучше управляется, если их не много, но они строго соблюдаются. Так и вместо большого числа правил, составляющих логику, я заключил, что было бы достаточно четырех следующих, только бы я принял твердое решение постоянно соблюдать их без единого отступления.

Первое: не принимать за истинное что бы то ни было, прежде чем не признал это несомненно истинным, т. е. старательно избегать поспешности и предубеждения и включать в свои суждения только то, что представляется моему уму так ясно и отчетливо, что никоим образом не сможет дать повод к сомнению.

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

Третье: руководить ходом своих мыслей, начиная с предметов простейших и легко познаваемых, и восходить мало-помалу, как по ступеням, до познания наиболее сложных, допуская существование порядка даже среди тех, которые в естественном порядке вещей не предшествуют друг другу.

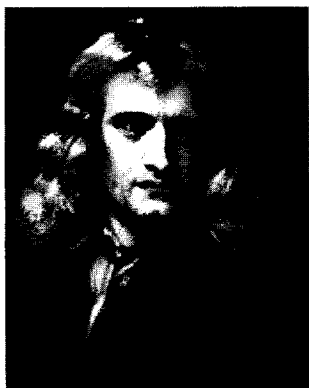
И *последнее:* делать всюду настолько полные перечни и такие общие обзоры, чтобы быть уверенным, что ничего не пропущено.

Таким образом, если остерегаться принимать за истинное что-либо, что таковым не является, и всегда соблюдать порядок, в каком следует выводить одно из другого, то не может существовать истин ни столь отдаленных, чтобы они были недостижимы, ни столь сокровенных, чтобы нельзя было их раскрыть. ...

Что больше всего удовлетворяло меня в этом методе – это уверенность в том, что с его помощью я во всем пользовался собственным разумом, если не в совершенстве, то, по крайней мере, как мог лучше. Кроме того, пользуясь им, я чувствовал, что мой ум привыкает мало-помалу представлять предметы отчетливо и раздельно, и хотя свой метод я не связал еще ни с каким определенным вопросом, я рассчитывал столь же успешно применить его к трудностям других наук, как это сделал в алгебре.

Декарт Р. Сочинения: в 2-х тт. – М.: Мысль, 1989. – Т. I. – С. 250–296.

Ісаак Ньютон



Ньютон Ісаак (1643–1727) – видатний англійський математик, механік, астроном і фізик, творець класичної механіки, член (1672) і президент (з 1703) Лондонської королівської спілки. Фундаментальні праці “Математичні начала натуральної філософії” (1687) і “Оптика” (1704). Розробив (незалежно від Г. Лейбніца) диференціальне та інтегральне числення. Відкрив дисперсію світла, хроматичну аберацию, досліджував інтерференцію і дифракцію, розвивав корпускулярну теорію світла. Побудував дзеркальний телескоп. Сформулював основні закони класичної механіки і був творцем єдиної фізичної програми опису всіх фізичних явищ на

базі механіки. Відкрив закон всесвітнього тяжіння, створив теорію руху небесних тіл і основи небесної механіки. У світоглядному плані був прихильником деїзму.

Крилов Олексій Миколайович (1863–1945) – видатний російський кораблебудівельник, механік і математик. Праці з теорії корабля, магнітних та гіроскопічних компасів, артилерії, механіки, математики, історії науки. Створив ряд корабельних та артилерійських приладів. Вперше повністю переклав російською мовою “Математичні начала натуральної філософії”.

И. Ньютон. Математические начала натуральной философии (1686)

Предисловие

Так как древние... придавали большое значение механике при изучении природы, то новейшие авторы, отбросив субстанции и скрытые свойства, стараются подчинить явления природы законам математики.

В этом сочинении имеется в виду тщательное развитие приложений математики к физике.

Древние рассматривали механику двояко: как *рациональную* (умозрительную), развиваемую точными доказательствами, и как *практическую*. К практической механике относятся все ремесла и производства,

именуемые механическими, от которых получила свое название и самая *механика*.

Так как ремесленники довольствуются в работе лишь малой степенью точности, то образовалось мнение, что механика тем отличается от геометрии, что все вполне точное принадлежит к геометрии, менее точное относится к механике. Но погрешности заключаются не в самом ремесле или искусстве, а принадлежат исполнителю работы: кто работает с меньшей точностью, тот — худший механик, и если бы кто-нибудь смог исполнять изделия с совершеннейшей точностью, тот был бы наилучшим из всех механиков.

Однако самое проведение прямых линий и кругов, служащее основанием геометрии, в сущности относится к механике. Геометрия не учит тому, *как* проводить эти линии, но предполагает (постулирует) выполнимость этих построений. Предполагается также, что приступающий к изучению геометрии уже ранее научился точно чертить круги и прямые линии; в геометрии показывается лишь, каким образом при помощи проведения этих линий решаются разные вопросы и задачи. Само по себе черчение прямой и круга составляет также задачу, но только не геометрическую. Решение этой задачи заимствуется из механики, геометрия учит лишь пользованию этими решениями. Геометрия за то и прославляется, что, заимствовав извне столь мало основных положений, она столь многого достигает.

Итак, геометрия основывается на механической практике и есть не что иное, как та часть *общей механики*, в которой излагается и доказывается искусство точного измерения. Но так как в ремеслах и производствах приходится по большей части иметь дело с движением тел, то обыкновенно все, касающееся лишь величины, относят к геометрии, все же, касающееся движения, — к механике.

В этом смысле *рациональная механика* есть учение о движениях, производимых какими бы то ни было силами, и о силах, требуемых для производства каких бы то ни было движений, точно изложенное и доказанное.

Древними эта часть механики была разработана лишь в виде учения о пяти машинах, применяемых в ремеслах; при этом даже тяжесть (так как это не есть усилие, производимое руками) рассматривалась ими не

как сила, а лишь как грузы, движимые сказанными машинами. Мы же, рассуждая не о ремеслах, а об учении о природе и, следовательно, не об усилиях, производимых руками, а о силах природы, будем заниматься главным образом тем, что относится к тяжести, легкости, силе упругости, сопротивлению жидкостей и к тому подобным притягательным или напирającym силам. Поэтому и сочинение это нами предлагается как математические основания физики. Вся трудность физики, как будет видно, состоит в том, чтобы по явлениям движения распознать силы природы, а затем по этим силам объяснить остальные явления. Для этой цели предназначены общие предложения, изложенные в книгах первой и второй. В третьей же книге мы даем пример вышеупомянутого приложения, объясняя систему мира, ибо здесь из небесных явлений, при помощи предложений, доказанных в предыдущих книгах, математически выводятся силы тяготения тел к Солнцу и отдельным планетам. Затем по этим силам, также при помощи математических предложений, выводятся движения планет, комет, Луны и моря. Было бы желательно вывести из начал механики и остальные явления природы, рассуждая подобным же образом, ибо многое заставляет меня предполагать, что все эти явления обуславливаются некоторыми силами, с которыми частицы тел, вследствие причин покуда неизвестных, или стремятся друг к другу и сцепляются в правильные фигуры, или же взаимно отталкиваются друг от друга. Так как эти силы неизвестны, то до сих пор попытки философов объяснить явления природы остались бесплодными. Я надеюсь, однако, что или этому способу рассуждения, или другому, более правильному, изложенные здесь основания доставят некоторое освещение. ...

О системе мира

Введение

В предыдущих книгах я изложил начала философии, не столько чисто философские, сколько математические, однако такие, что на них могут быть обоснованы рассуждения о вопросах физических. Таковы законы и условия движений и сил, имеющие прямое отношение к физике. Чтобы они не казались бесплодными, я пояснил их некоторыми физическими поучениями, рассматривая те общие вопросы, на которых физика, главным образом, основывается, как-то: о плотности и

сопротивлении тел, о пространствах, свободных от каких-либо тел, о движениях света и звука. Остается изложить, исходя из тех же начал, учение о строении системы мира. Я составил сперва об этом предмете книгу III, придерживаясь популярного изложения, так чтобы она читалась многими. Но затем, чтобы те, кто, недостаточно поняв начальные положения, а потому совершенно не уяснив силы их следствий и не отбросив привычных им в продолжение многих лет предрассудков, не вовлекли бы дело в пререкания, я переложил сущность этой книги в ряд предложений, по математическому обычаю, так чтобы они читались лишь теми, кто сперва овладел началами. Ввиду же того, что в началах предложений весьма много, и даже читателю, знающему математику, потребовалось бы слишком много времени, я вовсе не настаиваю, чтобы он овладел ими всеми. Достаточно, если кто тщательно прочтет определения, законы движения и первые три отдела книги I и затем перейдет к книге III о системе мира; из прочих же предложений предыдущих книг, если того пожелает, будет справляться в тех, на которые есть ссылки.

Правила умозаключений в физике.

Правило I

Не должно принимать в природе иных причин сверх тех, которые истинны и достаточны для объяснения явлений.

По этому поводу философы утверждают, что природа ничего не делает напрасно, а было бы напрасным совершать многим то, что может быть сделано меньшим. Природа проста и не роскошествует излишними причинами вещей.

Правило II

Поэтому, поскольку возможно, должно приписывать те же причины того же рода проявлениям природы.

Так, например, дыханию людей и животных, падению камней в Европе и в Америке, свету кухонного очага и Солнца, отражению света на Земле и на планетах.

Правило III

Такие свойства тел, которые не могут быть ни усилиемы, ни ослабляемы и которые оказываются присущими всем телам, над которыми возможно производить испытания, должны быть почитаемы за свойства всех тел вообще.

Свойства тел постигаются не иначе, как испытаниями; следовательно, за общие свойства надо принимать те, которые постоянно при опытах обнаруживаются и которые, как не подлежащие уменьшению, устранены быть не могут. Понятно, что вопреки ряду опытов не следует измышлять на авось каких-либо бредней, не следует также уклоняться от сходственности в природе, ибо природа всегда и проста и всегда сама с собой согласна.

Протяженность тел распознается не иначе, как нашими чувствами, тела же не всем чувствам доступны, но так как это свойство присуще всем телам, доступным чувствам, то оно и приписывается всем телам вообще. Опыт показывает, что многие тела тверды. Но твердость целого происходит от твердости частей его, поэтому мы по справедливости заключаем, что не только у тех тел, которые нашим чувствам представляются твердыми, но и у всех других неделимые частицы тверды. О том, что все тела непроницаемы, мы заключаем не по отвлеченному рассуждению, а по свидетельству чувств. Все тела, с которыми мы имеем дело, оказываются непроницаемыми, отсюда мы заключаем, что непроницаемость есть общее свойство всех тел вообще. О том, что все тела подвижны и, вследствие некоторых сил (которые мы называем силами инерции), продолжают сохранять свое движение или покой, мы заключаем по этим свойствам тех тел, которые мы видим. Протяженность, твердость, непроницаемость, подвижность и инертность целого происходит от протяженности, твердости, непроницаемости подвижности и инерции частей, отсюда мы заключаем, что все малейшие частицы всех тел протяженны, тверды, непроницаемы, подвижны и обладают инерцией. Таково основание всей физики. Далее мы знаем по совершающимся явлениям, что делимые, но смежные части тел могут быть разлучены друг от друга; из математики же следует, что в нераздельных частицах могут быть мысленно различаемы еще меньшие части. Однако неизвестно, могут ли эти различные частицы, до сих пор не разделенные, быть разделены и разлучены друг от друга силами природы. Но если бы, хотя бы единственным опытом, было установлено, что некоторая неделимая частица при разломе твердого и крепкого тела подвергается делению, то в силу этого правила мы бы заключили, что не только делимые части разлучаемы но что и неделимые могут быть делимы до бесконечности и действительно разлучены друг от друга.

Наконец, как опытами, так и астрономическими наблюдениями устанавливается, что все тела по соседству с Землею тяготеют к Земле, и притом пропорционально количеству материи каждого из них; так, Луна тяготеет к Земле пропорционально своей массе, и взаимно наши моря тяготеют к Луне, все планеты тяготеют друг к другу; подобно этому и тяготение комет к Солнцу. На основании этого правила надо утверждать, что все тела тяготеют друг к другу. Всеобщее тяготение подтверждается явлениями даже сильнее, нежели непроницаемость тел, для которой по отношению к телам небесным мы не имеем никакого опыта и никакого наблюдения. Однако я отнюдь не утверждаю, что тяготение существенно для тел. Под врожденною силою я разумею единственно только силу инерции. Она неизменна. Тяжесть при удалении от Земли уменьшается.

Правило IV

В опытной физике предложения, выведенные из совершающихся явлений с помощью наведения, несмотря на возможность противных им предположений, должны быть почитаемы за верные либо в точности, либо приближенно, пока не обнаружатся такие явления, которыми они еще более уточняются или же окажутся подверженными исключениям.

Так должно поступать, чтобы доводы наведения не уничтожались предположениями. ...

Ньютон И. Математические начала натуральной философии.—
М.: Наука, 1989, с. 1—4, 501—504.

Ілля Пригожин



Пригожин Ілля Романович (1917–2003) – видатний бельгійський та американський фізико-хімік, професор Брюссельського вільного університету, лауреат Нобелівської премії з хімії 1977 року. Член Бельгійської Королівської академії наук, літератури та образотворчих мистецтв. Директор Сольвеївського Міжнародного Інституту фізики і хімії. Віце-президент Європейської Академії наук, образотворчих мистецтв і літератури (Париж).

Народився в Москві другим сином у родині фабриканта. У 1921 році родина емігрувала спочатку в Литву, а через рік осіла в Берліні. Однак зі зростанням антисемітських настроїв у Німеччині, уже через кілька років (1929) Пригожини

вирішили оселитися в Бельгії, де Ілля в 1942 році закінчив Брюссельський університет. З початку 1960-х років Пригожин жив у місті Остін (штат Техас), де він у 1967 році заснував Центр з вивчення складних квантових систем, яким керував до кінця життя.

Основна маса його робіт присвячена нерівноважній термодинаміці і статистичній механіці незворотних процесів. Одне з головних досягнень полягало в тому, що було показане існування нерівноважних термодинамічних систем, які за певних умов, поглинаючи масу й енергію з навколишнього простору, можуть робити якісний стрибок до ускладнення (дисипативні структури). Причому такий стрибок не може бути передбачено виходячи з класичних законів статистики. Такі системи пізніше були названі його ім'ям. Розрахунок таких систем став можливим завдяки його роботам, виконаним у 1947 році. Він довів одну з основних теорем термодинаміки нерівноважних процесів – про мінімальне зростання ентропії у відкритій системі.

До його робіт звертаються багато вчених, не тільки фізики і хіміки, але й біологи, палеонтологи і математики, історики, філософи.

Стенгерс Ізабелла (1949 р.н.) – відомий бельгійський вчений, доктор філософських



наук. Спеціаліст у галузі хімії, історії філософії та історії науки. Вивчала хімію у Брюссельському вільному університеті. Вважається однією з найбільш проникливих та видатних мислителів, які сьогодні працюють в галузі філософії науки. Створила свою Професорську спілку зі спрямуванням на філософію науки у Брюссельському вільному університеті і отримала гран-прі з філософії від Французької академії у 1993 році. Багато писала про англо-американського філософа Альфреда Норта Уайтхеда, інші праці присвячувались європейським філософам, таким як Мішель Серре та Гілберт Сімондон. Стенгерс має багато досягнень власне як філософ та співпрацює з Леоном Чертоком, Іллею Пригожиным та Бруно Латуром. Останні роки працювала в Брюссельському вільному університеті у співпраці з І. Пригожиным.

Ми наводимо тут фрагменти з найбільш значимої їхньої спільної книги, присвяченої історії і філософії науки.

И. Пригожин, И. Стенгерс. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой (1984)

Итак, Вселенная едина, бесконечна, неподвижна... Она не движется в пространстве... Она не рождается... Она не уничтожается... Она не может уменьшаться или увеличиваться...

Джордано Бруно

...Существует тенденция забывать, что все естественные науки связаны с общечеловеческой культурой и что научные открытия, даже кажущиеся в настоящий момент наиболее передовыми и доступными пониманию немногих избранных, все же бессмысленны вне своего культурного контекста.

Та теоретическая наука, которая не признает, что ее построения, актуальнейшие и важнейшие, служат в итоге для включения в концепции, предназначенные для надежного усвоения образованной прослойкой общества и превращения в органическую часть общей картины мира; теоретическая наука, повторяю, представители которой внушают друг другу идеи на языке, в лучшем случае понятном лишь малой группе близких попутчиков, — такая

наука непременно оторвется от остальной человеческой культуры; в перспективе она обречена на бессилие и паралич, сколько бы ни продолжался и как бы упрямо ни поддерживался этот стиль для избранных, в пределах этих изолированных групп, специалистов.

Эрвин Шредингер

Не будет преувеличением сказать, что 28 апреля 1686 г. — одна из величайших дат в истории человечества. В этот день Ньютон представил Лондонскому королевскому обществу свои “Математические начала натуральной философии”. В них не только были сформулированы основные законы движения, но и определены такие фундаментальные понятия, так масса, ускорение и инерция, которыми мы пользуемся и поныне. Но, пожалуй, самое сильное впечатление на ученый мир произвела Книга III ньютоновских “Начал” — “О системе мира”, в которой был сформулирован закон всемирного тяготения. Современники Ньютона тотчас же оценили уникальное значение его труда. Гравитация стала предметом обсуждения в Лондоне и Париже.

С выхода в свет первого издания ньютоновских “Начал” прошло триста лет. Наука росла невероятно быстро и проникла в повседневную жизнь каждого из нас. Наш научный горизонт расширился до поистине фантастических пределов. На микроскопическом конце шкалы масштабов физика элементарных частиц занимается изучением процессов, разыгрывающихся на длинах порядка 10^{-15} см за время порядка 10^{-22} с. На другом конце шкалы космология изучает процессы, происходящие за время порядка 10^{10} лет (возраст Вселенной). Как никогда, близки наука и техника. Помимо других факторов, новые биотехнологии и прогресс информационно-вычислительной техники обещают коренным образом изменить самый уклад нашей жизни.

Параллельно с количественным ростом науки происходят глубокие качественные изменения, отзвуки которых выходят далеко за рамки собственно науки и оказывают воздействие на наше представление о природе. Великие основатели западной науки подчеркивали универсальность и вечный характер законов природы. Высшую задачу науки они усматривали в том, чтобы сформулировать общие схемы, которые

бы совпадали с идеалом рационального. В предисловии к сборнику работ Исаяи Берлина “Против течения” Роджер Хаусхер пишет об этом следующее: “Они были заняты поиском всеобъемлющих схем, универсальных объединяющих основ, в рамках которых можно было бы систематически, т. е. логическим путем или путем прослеживания причинных зависимостей, обосновать взаимосвязь всего сущего, грандиозных построений, в которых не должно оставаться места для спонтанного, непредсказуемого развития событий, где все происходящее, по крайней мере в принципе, должно быть объяснимо с помощью неизблемых общих законов...”.

....“Кромешной тьмой был мир окутан,
И в тайны естества наш взор не проникал,
Но Бог сказал: “Да будет Ньютон!”
И свет над миром воссиял”.

*(Поуп А. Проект эпитафии на могиле
Ньютона, скончавшегося в 1727 г.)*

Нет ничего странного в том, что эпитафия Поупа выдержана в столь возвышенном стиле. В глазах Англии XVIII в. Ньютон был “новым Моисеем”, которому бог явил свои законы, начертанные на скрижалях. Поэты, архитекторы и скульпторы предлагали проекты величественных монументов, вся английская нация торжественно отмечала небывалое событие: человек впервые открыл язык, на котором говорит (и которому подчиняется) природа.

Не в силах устоять пред разумом Ньютона,
Природа с радостью открыла все ему,
Пред математикой склонив свою главу
И силу опыта признав, как власть закона.

Этика и политика черпали в теории Ньютона материал, которым “подкрепляли” свои аргументы. Например, автор приведенного выше четверостишия Деагулье усматривал в ньютоновской картине мироздания образец политического устройства общества. Конституционную монархию он считал наилучшей из возможных форм правления, поскольку власть короля, как и власть Солнца, умеряется законами.

Хотя сам Ньютон никогда не вторгался в область морали и этики, он не сомневался в универсальном характере законов, изложенных в его “Математических началах натуральной философии”. ... Горение, ферментация, тепло, силы сцепления, магнетизм. ... Не существует ни одного природного явления, которое не было вызвано силами притяжения и отталкивания, т. е. теми же действующими силами, что и движение небесных светил и свободно падающих тел.

Став еще при жизни почти национальным героем, Ньютон примерно столетие спустя при могучей поддержке авторитета Лапласа превратился в символ научной революции в Европе. Астрономы взирали на небо, где безраздельно царила математика. Ньютоновская система успешно преодолела все препятствия на своем пути. Более того, она проложила путь математическому методу, позволившему учесть все наблюдаемые отклонения в движениях планет и даже использовать их для вывода о существовании еще неизвестной планеты. Предсказание планеты Нептун явилось своего рода освящением предсказательной силы, присущей ньютоновской картине мироздания.

К концу XIX в. имя Ньютона стало нарицательным для обозначения всего образцового. Вместе с тем появились разноречивые интерпретации ньютоновского метода. Одни усматривали в нем своего рода эталон количественного экспериментирования, результаты которого допускают описание на языке математики. Для них химия обрела своего Ньютона в лице Лавуазье, положившего начало систематическому применению весов в химии. Это был решающий шаг в становлении количественной химии, избравшей закон сохранения массы своей нитью Ариадны. По мнению других стратегия Ньютона состояла в вычленении некоторого центрального твердо установленного и надлежаще сформулированного факта и в последующем использовании его как основы дедуктивных построений относительно данного круга явлений. С этой точки зрения гений Ньютона заключался в ньютоновском прагматизме. Ньютон не пытался *объяснить* гравитацию – существование всемирного тяготения было *принято* Ньютоном как неоспоримый факт. Аналогичным образом любая другая дисциплина должна строиться таким образом, чтобы за ее исходную точку был принят некоторый центральный необъяснимый факт. Ободренные авторитетом

Ньютона медики сочли возможным обновить виталистскую концепцию и говорить о “жизненной силе” *sui generis*, использование которой придало бы описанию жизненных явлений столь желанную последовательность и систематичность. Этой же цели призвано служить средство – особая, сугубо химическая сила, якобы проявляющаяся при взаимодействии молекул.

...Ньютоновская наука и поныне занимает особое место. Некоторые из введенных ею основных понятий получили полное признание и сохранились до наших дней, выдержав все мутации, которые претерпело естествознание со времен Ньютона. Не подлежит сомнению, однако, что золотой век классической науки миновал, а вместе с ним исчезла и уверенность в том, что ньютоновская рациональность, несмотря на значительно расходящиеся между собой интерпретации, может быть приемлемой основой для нашего диалога с природой.

...Любая наука, исходящая из представления о мире, действующем по единому теоретическому плану и низводящем неисчерпаемое богатство и разнообразие явлений природы к унылому однообразию приложений общих законов, тем самым становится инструментом доминирования, а человек, чуждый окружающему его миру, выступает как хозяин этого мира.

...Что кроется за энтузиазмом современников Ньютона, их убеждением в том, что тайна мироздания, истина о природе наконец открыта? В ньютоновском синтезе сходятся несколько направлений человеческой мысли, истоки которых восходят, по-видимому, к самому началу цивилизации. Прежде всего это представление о науке как о способе воздействия на окружающий мир. Ньютоновская наука – наука активная. Одним из ее источников стали знания, накопленные средневековыми ремесленниками, строителями машин. Она дает средства для систематического воздействия на мир, для предсказания и изменения хода протекающих в природе процессов, созидания устройств и механизмов, способных обуздать и использовать на благо человека силы и материальные ресурсы природы.

В этом смысле современная наука может считаться прямым продолжением тех усилий, которые человек с незапамятных времен затрачивал на то, чтобы организовать для своих целей окружающий мир.

О ранних этапах этой деятельности мы располагаем весьма скудными сведениями. Тем не менее, оглядываясь назад, мы можем достаточно достоверно оценить уровень знаний и навыков, необходимых для того, чтобы совершить неолитическую революцию, позволившую человеку постепенно начать организацию природной и социальной среды с помощью новой техники, предназначенной для эксплуатации природы и устройства общества. Неолитическая “техника”, например виды домашних животных и культурных растений, выведенные с помощью отбора и гибридизации, гончарное производство, ткачество, металлургия, широко используется и поныне. На протяжении длительного периода наша социальная организация была основана на той же технике письма, геометрии, арифметики, которая понадобилась для того, чтобы организовать иерархически дифференцированные и наделенные структурой социальные группы неолитических городов-государств. Таким образом, мы не можем не признать непрерывность связи между неолитической техникой и наукой и промышленной революцией.

...Нельзя не отметить и третий важный элемент, нашедший свое отражение в ньютоновской революции. Каждый из нас, вероятно, почувствовал разительный контраст между ничем не нарушаемым покоем мира звезд и планет и эфемерным, вечно бурлящим земным миром. Как подчеркнул Мирча Элиаде, во многих древних цивилизациях пространство, где протекает жизнь простых смертных, обособлено от обители богов, мир разделен на обычное пространство, где все подвержено игре случая, имеет свой век и обречено в конечном счете на гибель, и священное пространство, где все исполнено высшего смысла, чуждо всякой случайности и вечно. Именно по таким признакам Аристотель противопоставил миру небесных светил мир подлунный. Эта противоположность имела решающее значение для оценки Аристотелем возможности количественного описания природы. Если движение небесных тел, рассуждал Аристотель, неизменно и по своей природе божественно, т. е. остается вечно тождественным самому себе, то оно должно допускать описание с помощью математических идеализаций. Математическая точность и строгость не пристали подлунному миру. Неточности природных процессов подходит лишь приближенное описание.

Последователю Аристотеля интереснее знать, *почему* протекает процесс, чем уметь описывать, *как* тот протекает, или, скорее, для него один аспект неотделим от другого. Одним из главных источников аристотелевского мышления явилось наблюдение эмбрионального развития – высокоорганизованного процесса, в котором взаимосвязанные, хотя и внешне независимые события происходят, как бы подчиняясь единому глобальному плану. Подобно развивающемуся зародышу, вся аристотелевская природа построена на конечных причинах. Цель всякого изменения, если оно сообразно природе вещей, состоит в том, чтобы реализовать в каждом организме идеал его рациональной сущности. В этой сущности, которая в применении к живому есть в одно и то же время его окончательная, формальная и действующая причина, – ключ к пониманию природы. В указанном смысле “рождение современной науки” – столкновение между последователями Аристотеля и Галилея – есть столкновение между двумя формами рациональности.

Галилей считал вопрос “*почему*”, столь любезный сердцу любого последователя Аристотеля, весьма опасным при обращении к природе, по крайней мере для ученого. С другой стороны, сторонники аристотелевской науки считали взгляды Галилея крайним выражением иррационального фанатизма.

Итак, появление ньютоновской системы ознаменовало триумф новой универсальности: оно позволило унифицировать то, что до Ньютона казалось разрозненным и бессвязным.

Установление реального

Рассмотрим теперь более подробно механистическое мировоззрение, возникшее на основе трудов Галилея, Ньютона и их преемников. Мы опишем сильные стороны этого мировоззрения, укажем те аспекты природы, которые ему удалось прояснить, не обойдем молчанием и присущие ему ограничения.

Со времен Галилея одной из центральных проблем физики было описание ускорения. Самым удивительным было то, что изменение в состоянии движения тела допускало описание в простых математических терминах. Ныне это обстоятельство кажется почти тривиальным. Не следует, однако, забывать о том, что китайская наука, добившаяся значительных успехов во многих областях, так и не смогла дать

количественную формулировку законов движения. Галилей открыл, что если движение равномерно и прямолинейно, то необходимость в поиске причины такого состояния движения ничуть не больше, чем в поиске причины состояния покоя. И равномерное прямолинейное движение, и покой сохраняют устойчивость сколь угодно долго — до тех пор, пока не происходит что-нибудь, нарушающее их. Следовательно, центральной проблемой является переход от состояния покоя к движению и от движения — к состоянию покоя или, более общо, проблема изменения любых скоростей. Как происходят такие изменения? Формулировка законов движения Ньютона основана на использовании двух конвергентных направлений развития: одного физического (законы движения планет Кеплера и законы свободного падения тел Галилея) и другого математического (создание дифференциального исчисления, или исчисления бесконечно малых).

Как определить непрерывно изменяющуюся скорость? Как описать мгновенные изменения различных величин: положения тела, скорости и ускорения? Как описать состояние движения тела в любой заданный момент? Чтобы ответить на эти вопросы, математики ввели понятие *бесконечно малой величины*. Любая бесконечно малая величина есть результат некоторого предельного перехода. Обычно это приращение величины между двумя последовательно выбранными моментами времени, когда длина разделяющего их временного интервала стремится к нулю. При таком подходе конечное изменение разбивается на бесконечный ряд бесконечно малых изменений.

В каждый момент времени состояние движущегося тела можно задать, указав его положение — вектор $\mathbf{r}$, скорость $\mathbf{v}$, характеризующую “мгновенную тенденцию” $\mathbf{r}$ к изменению положения, и ускорение $\mathbf{a}$, также характеризующее “мгновенную тенденцию” к изменению, но уже не положения, а скорости. Мгновенные скорости и ускорения — это пределы отношений двух бесконечно малых величин: приращения $\mathbf{r}$ (или $\mathbf{v}$) за временной интервал Δt и самого временного интервала Δt , когда Δt стремится к нулю. Такие величины называются производными по времени. Со времен Лейбница их принято обозначать соответственно как $\mathbf{v} = d\mathbf{r}/dt$ и $\mathbf{a} = d\mathbf{v}/dt$. Ускорение, будучи “производной от производной”, становится второй производной: $\mathbf{a} = d^2\mathbf{r}/dt^2$.

Проблема, находящаяся в центре внимания всей ньютоновской физики, – вычисление этой второй производной, т. е. ускорения, испытываемого в любой заданный момент материальными точками, образующими некую систему. Движение каждой из точек за конечный интервал времени может быть вычислено с помощью интегрирования – суммирования бесконечно большого числа бесконечно малых приращений скорости за этот интервал времени. В простейшем случае ускорение a постоянно (например, если тело падает свободно, то a равно ускорению свободного падения g). В общем случае ускорение изменяется со временем, и задача физика состоит в том, чтобы точно установить характер этого изменения.

На языке Ньютона найти ускорение означает определить различные силы, действующие на точки рассматриваемой системы. Второй закон Ньютона ($F = ma$) утверждает, что сила, приложенная к любой материальной точке, пропорциональна производимому ею ускорению. ...

Любая задача динамики представима в виде системы дифференциальных уравнений. Мгновенное состояние каждого из тел системы описывается как мгновенное состояние материальной точки и определяется заданием его положения, скорости и ускорения, т. е. первыми и вторыми производными от вектора r , задающего положение тела. В каждый момент времени система сил, зависящая от расстояний между точками системы (т. е. от r), однозначно определяет ускорение каждой точки. Ускоренное движение точек приводит к изменению расстояний между ними и, следовательно, системы сил, действующих на них в следующий момент.

Если запись дифференциальных уравнений означает постановку динамической задачи, то их интегрирование соответствует решению этой задачи. Интегрирование сводится к вычислению траекторий $r(t)$, в которых содержится вся информация, существенная для динамики. Она дает полное описание динамической системы.

В этом описании можно выделить два элемента: положения и скорости всех материальных точек в один момент времени (часто называемые начальными условиями) и уравнения движения, связывающие динамические силы с ускорениями. Интегрирование уравнений движения развертывает начальное состояние в последовательность

состояний, т. е. порождает семейство траекторий тел, образующих рассматриваемую систему.

Триумфом ньютоновской науки явилось открытие универсальности гравитации: одна и та же сила “всемирного тяготения”, или гравитации, определяет и движение планет и комет в небе, и движение тел, падающих на поверхность Земли. Из теории Ньютона следует, что между любыми двумя материальными телами действует одна и та же сила взаимного притяжения.

Таким образом, ньютоновская динамика обладает двоякой универсальностью. Математическая формулировка закона всемирного тяготения, описывающая, каким образом стремятся сблизиться любые две массы, не связана ни с каким масштабом явлений. Закон всемирного тяготения одинаково применим к движению атомов, планет или звезд в галактиках.

Любое тело, каковы бы ни были его размеры, обладает массой и действует как источник ньютоновских сил тяготения.

Поскольку между любыми двумя массами возникают силы взаимного притяжения, то единственной истинно динамической системой является только Вселенная в целом. Любую локальную динамическую систему, например нашу планетную систему, можно определить лишь приближенно, пренебрегая силами, малыми в сравнении с теми, действие которых мы рассматриваем.

...Помимо гравитации, могут быть – и действительно были открыты – другие силы, например силы взаимного притяжения и отталкивания электрических зарядов. Каждое такое открытие изменяет эмпирическое содержание законов движения, но не затрагивает их формы. В мире динамики изменение отождествляется с ускорением (как положительным – в случае разгона, так и с отрицательным – в случае торможения). Интегрирование законов движения позволяет найти траектории, по которым движутся частицы. ...

...К числу основных характеристик траекторий относятся *регулярность*, *детерминированность* и *обратимость*. Мы уже знаем, что для вычисления любой траектории, помимо известных законов движения, необходимо эмпирически задать одно мгновенное состояние системы. Общие законы движения позволяют вывести из заданного начального

состояния бесконечную серию состояний, проходимых системой со временем, подобно тому, как логика позволяет выводить заключения из исходных посылок. Замечательная особенность траекторий динамической системы состоит в том, что, коль скоро силы известны, одного-единственного состояния оказывается достаточно для полного описания системы – не только ее будущего, но и прошлого. Следовательно, в любой момент времени все задано. В динамике все состояния эквивалентны: каждое из них позволяет вычислить остальные состояния вместе с траекторией, проходящей через все состояния как в прошлом, так и в будущем.

“Все задано”. Этот вывод классической динамики, как неоднократно подчеркивал Бергсон, характеризует описываемую динамикой реальность. Все задано, но вместе с тем и все возможно. Существо, способное управлять динамической системой, может вычислить нужное ему начальное состояние так, чтобы система, будучи предоставленной самой себе, “спонтанно” перешла в любое заранее выбранное состояние в заданный момент времени. Общность законов динамики уравнивается произволом в выборе начальных условий.

Обратимость динамической траектории в явном виде формулировали все основатели динамики. Например, когда Галилей или Гюйгенс описывали, к чему приводит эквивалентность причины и действия, постулированная ими как основа математизации движения, они прибегали к мысленным опытам. ... В результате мгновенного обращения скорости в момент соударения такое тело вернулось бы в начальное положение. Динамика распространяет это свойство (обратимость) на все динамические изменения.

...Динамика определяет как математически эквивалентные такие преобразования, как обращение времени $t - t$ и обращение скорости $v - -v$. Изменения, вызванные в динамической системе одним преобразованием – обращением времени, могут быть компенсированы другим преобразованием – обращением скорости. Второе преобразование позволяет в точности восстановить начальное состояние системы.

Выяснилось, однако, что с присущим динамике свойством обратимости связана определенная трудность, все значение которой было в должной мере осознано лишь после создания квантовой механики:

воздействие и измерение принципиально необратимы. Таким образом, активная наука, по определению, лежит за пределами идеализированного обратимого мира, который она описывает. С более общей точки зрения обратимость можно рассматривать как своего рода символ “странности” мира, описываемого динамикой. Всякий знает, какие нелепости возникают на экране, если пустить киноленту от конца к началу: сгоревшая дотла спичка вспыхивает ярким огнем и, пылая, превращается в полномерную спичку с нетронутой серной головкой, осколки разбитой вдребезги чернильницы сами собой собираются в целую чернильницу, внутрь которой чудесным образом втягивается лужица пролитых было чернил, толстые ветви на дереве на глазах утончаются, превращаясь в тоненькие молодые побеги. В мире классической динамики все эти события считаются столь же вероятными, как и события, отвечающие нормальному ходу явлений.

...Аристотель сделал время мерой изменения. При этом он полностью сознавал качественное многообразие изменений, происходящих в природе. В динамике все внимание сосредоточено на изучении лишь одного типа изменения, одного процесса – движения. Качественное разнообразие происходящих в природе изменений динамика сводит к изучению относительного перемещения материальных тел. Время в динамике играет роль параметра, позволяющего описывать эти относительные перемещения. Тем самым, в мире классической динамики пространство и время нераздельно связаны между собой.

Экспериментальный диалог

Мы уже упоминали об одном из наиболее существенных элементов современной науки: тесном союзе теории и практики, слиянии стремления структурировать мир и желании понять его.

Для того чтобы осуществить намерение познать мир вопреки убеждению эмпириков, отнюдь недостаточно с должным почтением относиться к наблюдаемым фактам: в некоторых вопросах, даже в описании механического движения, аристотелевскую физику было бы легче привести в соответствие с эмпирическими фактами. Открытый современной наукой экспериментальный диалог с природой подразумевает активное вмешательство, а не пассивное наблюдение. Перед учеными ставится задача научиться управлять физической реальностью,

вынуждать ее действовать в рамках “сценария” как можно ближе к теоретическому описанию.

Исследуемое явление должно быть предварительно препарировано и изолировано, с тем чтобы оно могло служить приближением к некоторой идеальной ситуации, возможно физически недостижимой, но согласующейся с принятой концептуальной схемой.

Рассмотрим описание системы блоков, ставшей классическим примером механической системы со времен Архимеда, чьи рассуждения были распространены представителями современной науки на принцип действия всех простых машин. Обращает на себя внимание одно интересное обстоятельство: современное объяснение полностью исключает (как не имеющее отношения к делу) именно то, что намеревалась объяснить аристотелевская физика. Если воспользоваться типичным примером, то речь шла об объяснении того, что камень “сопротивляется” усилиям лошади, тянущей его за веревку, и что сопротивление камня может быть “преодолено” тяговым усилием, передаваемым от лошади через систему блоков. В отличие от аристотелевской физики Галилей учит, что природу никогда и ни в чем нельзя “преодолеть”, она ничего не делает “даром” и ее невозможно “обмануть”. Нелепо думать, что с помощью какого-то замысловатого приспособления или хитроумной уловки нам удастся заставить природу производить дополнительную работу. Поскольку работа, которую способна производить лошадь, остается одной и той же как с блоками, так и без блоков, эффект от работы также один и тот же. Это замечание становится исходным пунктом механического объяснения, относящегося, как нетрудно видеть, к миру не реальному, а идеальному. В этом мире “новый” эффект – то, что лошади все же удастся сдвинуть камень, – имеет второстепенное значение, и сопротивление камня описывается лишь качественно в терминах трения и нагревания. Точному описанию поддается идеальная ситуация, в которой соотношение эквивалентности связывает причину – производимую лошадью работу – и следствие – перемещение камня. В этом идеальном мире лошадь может сдвинуть камень и без блоков. Единственное назначение системы блоков состоит в том, чтобы изменить способ передачи тягового усилия от лошади к камню. Вместо того, чтобы перемещать камень на расстояние L , равное расстоянию,

проходимому лошастью, тянущей камень на веревке, лошади достаточно переместить камень на расстояние L/n , где n зависит от числа блоков. Подобно всем простым машинам, блоки являются пассивным устройством, способным передавать движение, но не производить его.

Мы видим, что экспериментальный диалог соответствует в высшей степени специфической процедуре. Природа, как на судебном заседании, подвергается с помощью экспериментирования перекрестному допросу именем априорных принципов. Ответы природы записываются с величайшей точностью, но их правильность оценивается в терминах той самой идеализации, которой физик руководствуется при постановке эксперимента. Все остальное считается не информацией, праздной болтовней, вторичными эффектами, которыми можно пренебречь. Может случиться и так, что природа отвергнет рассматриваемую теоретическую гипотезу. Тем не менее, и отвергнутая гипотеза продолжает использоваться как эталон для измерения следствий и значимости ответа на поставленный вопрос, каким бы ответ ни был. ...

Для нас экспериментальный метод является поистине искусством, т. е. мы считаем, что в основе его лежат особые навыки и умение, а не общие правила. Будучи искусством, экспериментальный метод никогда не гарантирует успех, всегда оставаясь на милости тривиальности или неверного суждения. Ни один методологический принцип не может исключить, например, риска зайти в тупик в ходе научного исследования. Экспериментальный метод есть искусство постановки интересного вопроса и перебора всех следствий, вытекающих из лежащей в основе его теоретической схемы, всех ответов, которые могла бы дать природа на выбранном экспериментатором теоретическом языке. Из конкретной сложности и многообразия явлений природы необходимо выбрать одно-единственное явление, в котором с наибольшей вероятностью ясно и однозначно должны быть воплощены следствия из рассматриваемой теории. Это явление затем надлежит абстрагировать от окружающей среды и “инсценировать” для того, чтобы теорию можно было подвергнуть воспроизводимой проверке, результаты и методы которой допускали бы передачу любому заинтересованному лицу.

Хотя такого рода экспериментальная процедура с самого начала вызывала (и продолжает вызывать) серьезные нарекания, отвергалась

эмпириками и подвергалась острой критике со стороны представителей других течений философской и естественнонаучной мысли, не без основания сравнивавшими ее с пыткой (“опыт”) природы, с допросом на дыбе, она пережила все модификации теоретического содержания научных описаний и в конечном счете определила новый метод исследования, введенный современной наукой.

Экспериментальная процедура может становиться и орудием чисто теоретического анализа. Эта ее разновидность известна под названием “мысленного эксперимента”: физик мысленно представляет себе экспериментальные ситуации, целиком подчиняющиеся теоретическим принципам, и тем самым получает возможность осознать, к каким следствиям приводят выбранные им в данной ситуации теоретические принципы. Мысленные эксперименты сыграли решающую роль в работах Галилея. Ныне они находятся в самом центре исследования последствий концептуальных переворотов в современной физике, произведенных теорией относительности и квантовой механикой.

...Мы считаем экспериментальный диалог неотъемлемым достижением человеческой культуры. Он дает гарантию того, что при исследовании человеком природы последняя выступает как нечто независимо существующее. Экспериментальный метод служит основой коммуникабельной и воспроизводимой природы научных результатов. Сколь бы отрывочно ни говорила природа в отведенных ей экспериментом рамках, высказавшись однажды, она не берет своих слов назад: природа никогда не лжет.

...Основатели современной науки прозорливо усматривали в диалоге между человеком и природой важный шаг к рациональному постижению природы. Но претендовали они на гораздо большее. Галилей и те, кто пришел после него, разделяли убеждение в том, что наука способна открывать глобальные истины о природе. По их мнению, природа не только записана на математическом языке, поддающемся расшифровке с помощью надлежаще поставленных экспериментов, но и сам язык природы единствен. Отсюда уже недалеко до вывода об однородности мира и, следовательно, доступности постижения глобальных истин с помощью локального экспериментирования. Простейшие явления, изучаемые наукой, при таких взглядах становятся ключом к

пониманию природы в целом. Сложность природы была провозглашена кажущейся, а разнообразие природы – укладываемым в универсальные истины, воплощенные для Галилея в математических законах движения.

...Трудно отрицать фундаментальное значение социально-экономических факторов (в частности, уровня развития ремесел в монастырях, ставших хранителями знаний, оставшихся от разрушенного мира, а впоследствии – в шумных торговых городах) для рождения экспериментальной науки – систематизированной части знаний, накопленных ремесленниками.

Более того, как показывает сравнительный анализ, ... в конце средних веков социальные структуры имели решающее значение. Общество перестало с презрением относиться к классу ремесленников и потенциальных новаторов в технике, как это было в Древней Греции. Более того, интеллектуалы, как и ремесленники, в большинстве своем обрели независимость от властей. Это были свободные предприниматели, ремесленники-новаторы, искавшие покровителей, стремившиеся к новшествам и старавшиеся использовать все предоставляющиеся техническими нововведениями возможности, сколь бы опасными те ни были для социального порядка.

...Однако, по крайней мере, один вопрос по-прежнему остается без ответа. Мы знаем, что строители машин использовали математические понятия – передаточные отношения шестерен, перемещения различных рабочих частей и геометрию их относительных положений. Но почему математизация не ограничилась машинами? Как возникло понятие естественного движения в образе рационализованной машины? Тот же вопрос можно задать и применительно к часам – одному из триумфов средневекового ремесленного искусства, который вскоре стал задавать ритм жизни в более крупных средневековых городах. Почему часы почти сразу после своего появления стали символом мирового порядка? Возможно, что в последнем вопросе содержится и некоторая доля ответа. Часы – механизм, управляемый рациональностью, которая лежит вне его, планом, которому слепо следуют внутренние детали. Мировые часы – метафора, наводящая на мысль о божьих часах, рациональном вседержителе, управляющем природой, послушно выполняющей

его указания наподобие робота. По-видимому, на начальном этапе развития современной науки между теологической дискурсивной практикой и теоретической и экспериментальной деятельностью установился своего рода “резонанс”, несомненно усиливший и упрочивший претенциозное мнение о том, будто ученые находятся на пути к раскрытию тайны “грандиозной машины Вселенной”.

...Так или иначе, мир Аристотеля, разрушенный современной наукой, был неприемлем и для теологов, и для физиков. Этот упорядоченный, гармонический и рациональный мир был слишком независим, его обитатели – слишком могущественными и активными, их подчиненность абсолютному суверену – слишком подозрительной и ограниченной для того, чтобы удовлетворить многих теологов. С другой стороны, этот мир был также слишком сложен и качественно дифференцирован для того, чтобы быть математизированным.

“Механическая” природа современной науки, сотворенная и управляемая по единому, полностью доминирующему над ней, по неизвестному ей плану, прославляет своего создателя и тем самым великолепно удовлетворяет запросам как теологов, так и физиков. Хотя Лейбниц предпринял попытку доказать, что математизация совместима с миром, способным на активное и качественно дифференцированное поведение, ученые и теологи объединили свои усилия для описания природы как механизма, лишённого разума, пассивного, принципиально чуждого свободе и направленности человеческого разума. “Унылая штука без звука, без запаха, без цвета. Одна только материя, спешащая без конца и без смысла”, – как заметил Уайтхед. Именно эта христианская природа, лишённая какого бы то ни было свойства, которое позволило бы человеку отождествить себя с древней гармонией естественного становления, оставляющая человека наедине с богом, конвергирует с природой, допускающей описание на одном языке. ...

Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986, с. 40–41, 59, 61, 69–72, 80, 83–91, 95–96, 103–109.

Жан Кондорсе



Кондорсе Жан Антуан (1743–1794) – видатний представник французького Просвітництва, математик (геометрія, інтегральне обчислення, астрономія), активний діяч Академії наук, Великої французької революції, борець за політичні права жіноцтва, історик науки, ідеолог прогресивного сцієнтизму (поряд із А. Тюрго, Ж.Л. Д’Аламбером). Займаючись до Революції державною діяльністю, усвідомив відсталість господарсько-економічних механізмів Франції і написав з цього приводу чимало фахових новаторських робіт. У найбільш відомому пізньому творі “Ескіз історичної картини прогресу людського розуму” представлено незакінчений

проект філософської картини історії розуму, в якому інтелектуальні здобутки людства поволі виявляють *універсальний* метод та мову розуму – аналітичну, точну, строгу, аналогічну до алгебраїчної. Віднайдення та систематичне застосування цієї методології обіцяє, за Кондорсе, безупинний прогрес людського розуму, створення нових суспільного ладу, промисловості, моральності, системи освіти, і зрештою, – утвердження ідеалів французької революції – рівності, братерства, свободи і вдосконалення всіх здатностей людини. На цьому шляху стає необхідним, передусім, *перебудова природничих і соціальних наук* шляхом запровадження аналітичних методів та емпіричної гносеології для всіх етапів, форм та галузей наукового пізнання (1); обчислення комбінацій та ймовірностей (2); розвитку “техніки” комбінаторики (3); очищення, уточнення і узагальнення мови науки (4). До того ж, прогрес істинного знання постійно ускладнюється забобонами розуму, викриття і політичне додання яких складає візитну картку Кондорсе як просвітника. Поряд з такими наївними заблудженнями як “міфи” (астрологія, магія, релігійні таїнства) просвіченого вченого, як зазначає Кондорсе, підстерігають більш витончені пастки, що викривляють “природні” ідеї політичної рівності, прав людей, суверенності народів, вдосконалення людини і людського роду. Реалізація цих ідей привела колишнього голову королівського комітету з урівнення мір та ваг до республіканських цінностей, посад і публікацій (з теорії права, політичного законодавства, освіти), а безстороннє обґрунтування та захист альтернативного проекту конституції фатально посварили його з політичними опонентами у таборі республіканців. Згідно з Кондорсе, особливу роль у віднайденні нагального

універсального методу розуму відіграє історіографія наук, яка дозволяє кумулювати компоненти усього раціонального і прогресивного та удосвідчуватись прикладами великих епохальних оман (як, наприклад, середньовічних). Тут фігура Кондорсе завершує плеяду просвітників-історіографів конкретних наук – Ж.Е. Монтюкла, А.Г. Кьостнера, Ж. Байї, С.Я. Румовського, Дж. Прістлі, К.Г. Кюна, Й.Г. Віггеба тощо. Також Кондорсе відомий як один з ідейних нахненників “соціальної фізики” О. Конта.

Основні твори: “Рефлексії з приводу універсального правового порядку” (1775), “Рефлексії щодо рабства негрів” (1781), “Дослід із застосування аналізу ймовірності у царині рішень, що приймаються більшістю голосів” (1785), “Розмисли про астрономію та обчислення ймовірностей” (1787), “Листи ньюгейвенського городянина до вірджинського громадянина про непотрібність розподілу законодавчої влади на декілька палат” (1788), “Про надання жінкам прав громадянина” (1790), “Ескіз історичної картини прогресу людського розуму” (1794).

Ж. А. Кондорсе. Эскиз исторической картины прогресса человеческого разума (1794)

Девятая эпоха

От Декарта до образования французской республики

...Картина прогресса философии и распространения просвещения... приводит нас к эпохе, когда влияние этого прогресса на общественное мнение и влияние последнего на народы, или на их повелителей, перестав вдруг быть медленным и нечувствительным, произвело во всей массе некоторых народов переворот, верный залог революции, которая должна охватить всю совокупность человеческого рода.

После долгих заблуждений, после шатаний в неполных и неясных теориях, публицисты, наконец, дошли до понимания истинных прав человека, научились выводить их из той единственной истины, что он существо, – *наделенное чувствительностью, способное образовывать умозаключения и приобретать моральные идеи.*

Они увидели, что поддержание этих прав было единственным мотивом соединения людей в политические общества, и социальное искусство должно было состоять в том, чтобы гарантировать сохранение этих прав с наиболее полным равенством, как и в наиболее полном

объеме. Они поняли, что средства обеспечения прав каждого, должны быть подчиненными в каждом обществе общим правилам, власть избрать эти средства, определять эти правила могли принадлежать только большинству членов самого общества, ибо каждый человек не мог бы следовать в этом выборе собственному разуму, не подчиняя умы других, мнение большинства является единственным признаком истины, которая могла бы быть принята всеми без нарушения равенства.

...Есть работы, установления, учреждения полезные обществу, которые наука должна организовать, должна ими руководить, или контролировать их, и которые дополняют то, что личная воля и содействие личных интересов не могут сделать непосредственно, как для прогресса земледелия, промышленности, торговли, так и для того, чтобы предупреждать, ослаблять неизбежные бедствия природы, или те, которые обуславливаются непредвидимыми случаями.

До эпохи, о которой мы теперь говорим и даже долгое время спустя, эти различные предметы были предоставлены случаю, жадности правительств, ловкости шарлатанов, предрассудкам, или интересу всех командующих классов. ...

Эта наука слабо развивалась до момента, когда Утрехтский мир обещал Европе продолжительное спокойствие. В эту эпоху мы видим, что стремление изучать эту, до тех пор игнорируемую, область знания охватывает почти все умы; и эта новая наука была возведена Стюартом, Смитом и в особенности французскими экономистами, по крайней мере в смысле точности и чистоты принципов, на ступень, которой невозможно было надеяться достигнуть столь быстро, после столь долгого к ней индифферентизма.

Но этот прогресс в области политики и политической экономии был главным образом обусловлен прогрессом общей философии, или метафизики, понимая это слово в самом широком его смысле.

Декарт направил свои философские изыскания в область самознания человека; он ясно видел, что оно должно было всецело проистекать из очевидных и первичных истин, которые наблюдение операций нашего ума должно было нам открыть. Но скоро его нетерпеливое воображение удалило его от того самого пути, который он проложил,

и некоторое время казалось, что философия только для того отвоевала свою независимость, чтобы запутаться в новых заблуждениях.

Наконец; Локк ухватился за нить, которая должна была ему служить путеводной; он показал, что строгий анализ, определяя с точностью идеи, разлагая их последовательно на идеи более непосредственные в их происхождении, или более простые в их сочетании, был единственным предохраняющим средством, чтобы не затеряться в хаосе неполных, несвязных и неопределенных понятий, случайно и беспорядочно представившихся нам и воспринятых нами без размышления. Помощью этого самого анализа он доказал, что все понятия суть результаты операций нашего ума над полученными нами ощущениями, или еще более точно – сочетания этих ощущений, которые память нам одновременно воспроизводит, но когда при этом внимание останавливается и когда представление ограничивается только частью каждого из этих сложных ощущений. Он показал, что, представляя словом каждую идею, предварительно анализированную и ограниченную, мы достигаем возможности постоянно припоминать ту же идею, т. е. всегда образованную из тех же самых более простых идей, всегда заключенную в тех же границах и, следовательно, получаем возможность пользоваться ею в целом ряде рассуждений, не рискуя сбиться с пути. Наоборот, если слова не соответствуют точно определенной идее, они могут последовательно возбуждать различные представления в одном и том же уме, и таков наиболее обильный источник наших заблуждений. Локк же первый дерзнул установить границы человеческому уму, или скорее – определить сущность истин, которые он может познать, и природу вещей, которые он может обнять.

Этим методом скоро стали пользоваться все философы, и именно, применяя его к морали, политике, общественной экономике, они получили возможность следовать в области этих наук путем почти столь же верным, как в области естественных наук; допускать только доказанные истины, отделять эти истины от всего того, что может еще оставаться сомнительным и неизвестным; наконец, игнорировать то, что еще невозможно и то, что всегда будет невозможно познать...

...Этот самый метод стал в некотором роде универсальным оружием; научились пользоваться им для усовершенствования метода

физических наук, для объяснения их принципов, для оценки их доказательств; его распространили на исследование фактов, на правила вкуса.

Итак, эта метафизика, применяясь ко всем предметам, доступным человеческому пониманию, анализировала процессы ума в каждом роде познания, вскрывала сущность истин, образующих его систему, степень достоверности, которой можно ожидать.

...С момента, когда гений Декарта оказал на умы это общее впечатление, и первый принцип революции в судьбах человеческого рода был провозглашен, до счастливой эпохи полной и чистой социальной свободы, когда человек мог вступить в пользование своей естественной независимостью, лишь пройдя длинный ряд веков рабства и бедствий, картин прогресса математических и физических наук представляет нам необозримый горизонт, различные части которого нужно выделить и привести в порядок, если хотят лучше обнять целое и лучше заметить отношения между этими частями.

Не только приложение алгебры к геометрии стало обильным источником открытий в этих двух науках; но, доказав этим великим примером, как методы вычисления величин вообще могли распространиться на все вопросы, имевшие предметом измерение протяженности, Декарт заранее объявил, что они могли бы с равным успехом применяться ко всем предметам, отношения которых доступны точной оценке; и это великое открытие, показав впервые конечную цель наук — подчинять все истины строгости счета, дало возможность надеяться ее достигнуть, наметив необходимые для этого средства.

Вскоре после этого открытия последовало изобретение нового исчисления, позволяющего находить отношения последовательных возрастов, или убываний переменной величины, или самую величину, зная это отношение; как в том случае, когда предполагается предел этим возрастаниям, так и тогда, когда отношение ищется только в момент превращения их в нуль; метод, который, распространяясь на все сочетания переменных величин, на все гипотезы их изменений, приводит равным образом к определению, для всех вещей, изменения которых могут быть точно измерены, или отношений их элементов, зная отношения самих вещей, или отношений вещей, когда известны только отношения их элементов.

Лейбницу и Ньютону мы обязаны открытием этих исчислений, которое было подготовлено трудами геометров предшествовавшего поколения. Их прогресс, беспрерывно продолжавшийся более века, явился продуктом трудов и источником славы многих гениальных людей; и глазам философа, который может его обозреть, даже не следя за ним, представляется внушительный памятник сил человеческого ума.

Излагая образование и принципы алгебраического языка, единственно истинно точного, истинно аналитического, существующего еще теперь; сущность технических процессов этой науки; сравнивая эти процессы с естественными операциями человеческого ума, мы покажем, что если этот метод употребляется только как частное средство в науке о величинах, он включает в себе принципы универсального орудия, применимые ко всем сочетаниям идей.

Рациональная механика становится скоро обширной и глубокомысленной наукой. Истинные законы соударения упругих тел, относительно которых Декарт заблуждался, наконец, найдены.

Гюйгенс открывает законы движения по циклоиде; он дает в то же время метод определения, к какому кругу должен принадлежать каждый элемент какой-нибудь кривой. Соединив эти две теории, Ньютон нашел теорию криволинейного движения; он применил ее к тем законам, согласно которым Кеплер открыл, что все планеты обращаются по эллипсам, в одном из фокусов которых находится Солнце.

Планета, которая предполагается брошенной в пространство в данный момент определенной скоростью и по определенному направлению, обегает, вокруг Солнца, эллипс, вследствие притяжения, испытываемого ею к этому светилу, обратно пропорционального квадрату расстояний. Эта самая сила удерживает спутники в их орбитах вокруг главной планеты. Она распространяется на всю систему небесных тел; все элементы, составляющие последние, взаимно друг к другу притягиваются.

Правильность планетных эллипсов иногда нарушается; и вычисление объясняет эти пертурбации с точностью до самых незначительных их отклонений. Эта сила действует на кометы, и теория позволяет определить их орбиты и предсказать их возвращение. Движения Земли и Луны вокруг своих осей также свидетельствуют о существовании

этой всемирной силы. Наконец, она же является причиной веса земных тел, в которых он кажется постоянным, ибо мы не можем наблюдать их на расстояниях достаточно различных между собой от центра притяжения.

Итак, человек узнал, наконец, один из физических законов Вселенной, и он является еще до сих пор единственным, как и слава того, который его открыл.

Труды целого столетия подтвердили этот закон, которому все небесные явления оказались подчиненными с поразительной точностью; каждый раз, когда какое-нибудь из них, казалось, уклонялось от нормы, то это временное недоумение становилось скоро причиной нового торжества...

...Но Ньютон сделал для прогресса человеческого разума нечто, может быть, еще большее, чем открытие этого общего закона природы; он учил людей допускать в физике только точные и вычисленные теории, которые доказывают не только существование явления, но также его величину. Между тем, его обвинили в возобновлении таинственных приемов древних, ибо общую причину небесных явлений он сводил к простому факту, неопровержимую реальность которого доказывало наблюдение. И само это обвинение показывает, насколько научные методы нуждались еще в философском освещении.

Масса проблем статики и динамики были последовательно предложены и разрешены, когда д'Аламбер открыл общий принцип, который один был достаточен для определения движения какого-либо количества точек, движущихся под влиянием каких-либо сил и соединенных между собой в силу известных условий. Этот самый принцип он скоро распространил на конечные тела определенной фигуры; на тела, которые, вследствие своей эластичности или гибкости, могут поменять свою фигуру, но согласно известным законам и сохраняя известные отношения между частями. Наконец, на жидкости, как сохраняющие постоянную плотность, – так и на находящиеся в состоянии расширения. Для разрешения этих последних вопросов необходимо было новое исчисление; оно не могло миновать своего гения; и механика отныне становится точной наукой.

Эти открытия относятся к математическим наукам; но сущность, как закона всемирного тяготения, так и принципов механики, следствия,

которые можно извлечь из них для объяснения вечного порядка Вселенной, суть предметы философии. Она научила людей понимать, что все тела подчинены необходимым законам, в силу которых они сами стремятся придти в равновесие, или таковое поддержать, создать или сохранить правильность в движениях.

Познание законов, управляющих небесными явлениями, открытия математического анализа, которые приводят к более точным методам вычисления кажущихся явлений, то совершенство, на которое невозможно было даже надеяться, до которого были доведены и оптические инструменты и те, в которых точность делений становится мерилom точности наблюдений; точность машин, приспособленных для измерения времени; более общая склонность к наукам, связанная со стремлением правительств умножать число астрономов и обсерваторий, — все эти причины, взятые вместе, обеспечили прогресс астрономии.

Небо, в глазах человека, обогащается новыми светилами, и он умеет верно определять их положения и предвидеть их движения.

Физика, постепенно освобождаясь от смутных объяснений введенных Декартом, как она уже избавилась от схоластических нелепостей, приобретает характер искусства проникать в тайны природы путем опыта, чтобы затем, основываясь на полученных данных, выводить посредством вычисления более общие факты.

Вес воды определен и измерен; становится известным, что передача света не мгновенна; скорость ее определяется. Вычисляется отношение этого обстоятельства к видимой картине неба; солнечный луч разложен на лучи более простые, различно преломляющиеся и различно окрашенные. Явление радуги объяснено и средства, позволяющие образовать, или удалять его цвета, подчинены вычислению. Электричество, которое было известно только, как свойство некоторых веществ, при трении их о другие, притягивать легкие тела, становится одним из общих явлений вселенной. Причина молнии уже не тайна, и Франклин открывает людям искусство ее отводить или направлять по своему желанию. Вводятся в употребление новые инструменты для измерения колебаний веса атмосферы, изменений влажности воздуха и градусов температуры тел. Новая наука, под названием метеорологии, учит познавать, иногда предвидеть, явления атмосферы, законы которых, теперь еще неизвестные, она позволит нам со временем открыть...

...Но к успехам химии нужно добавить некоторые из тех усовершенствований, которые, обнимая всю систему какой-либо науки, занимаясь более распространением ее методов, чем увеличением количества, заключающихся в ней истин, предвещают и готовят счастливый переворот. Таково было открытие новых способов удерживать и подвергать опытам газы, которые до тех пор были недоступны исследованию; открытие, которое, позволяя оперировать над целым классом новых существ и над уже известными, уменьшенными до состояния, когда они ускользали от наших исследований и, добавляя почти ко всем сочетаниям один элемент сверх, изменило, так сказать, всю систему химии. Таково было образование языка, где названия, означающие вещества, выражают то отношения, или различия веществ, имеющих общий элемент, то класс, к которому они принадлежат. Таковы были также и употребление научной письменности, где вещества представлены аналитически комбинированными буквами, посредством которой можно выразить даже простейшие операции и общие законы химического сродства, и пользование всеми средствами, всеми приборами, которые служат в физике для вычисления со строгой точностью результата опытов, и, наконец, применение математики к явлениям кристаллизации, к законам, согласно которым элементы известных тел, соединяясь, принимают правильные и постоянные формы.

Люди, которые долгое время, отнюдь не стремясь познать образование земного шара, умели объяснять его только суеверными, или философскими бреднями, почувствовали, наконец, необходимость изучить с сугубым вниманием, как на его поверхности, так и в той его внутренней части, куда потребности заставляли их проникать, и вещества, там находящиеся и их случайное, или правильное распределение, и расположение масс, ими образованных. Они научились распознавать следы медленного и продолжительного действия морской воды, земных вод и огня; отличать часть поверхности и внешней земной коры, где неровности, расположение, находящихся там веществ и часто сами эти вещества, являются продуктом действия огня, земных и морских вод, от другой части земного шара, образованной преимущественно из разнородных веществ и носящей печать более древних революций, факторы которых нам еще не известны.

Минералы, растения, животные разделяются на множество видов, представители которых различаются незаметными и преходящими особенностями, или обусловленными чисто местными причинами: многие из этих видов имеют большее или меньшее количество общих качеств, которые служат для установления последовательных и все более и более обширных делений. Натуралисты научились методически классифицировать индивидов по их определенным, легко замечаемым признакам – единственное средство ориентироваться в этом бесчисленном множестве различных существ. Эти методы являются родом реального языка, где каждый предмет означен некоторыми из его наиболее постоянных качеств и посредством которого, зная эти качества, можно находить в условном языке название предмета. Эти самые языки, когда они хорошо составлены, показывают еще, каковы, для каждого класса естественных существ, действительно существенные качества, наличие которых влечет за собой более или менее полное сходство в их остальных свойствах...

...Физический человек является сам предметом отдельной науки – *анатомии*, заключающей в своем широком смысле физиологию. Эта наука, развитие которой замедлялось вследствие суеверного уважения к мертвым, воспользовалась общим ослаблением предрассудков и удачно противопоставила последним интерес сохранения трупов, обещавший ей помощь сильных мира. Ее прогресс был таков, что она кажется как бы исчерпанной, ожидающей более совершенных инструментов и новых методов, занятой почти исключительно отыскиванием, путем сравнения частей животных и человека, органов общих различным видам, форм, в которые выливаются аналогичные функции последних, истин, которые прямое наблюдение человека теперь, как будто, отвергает. Почти все, что глаз наблюдателя, вооруженный микроскопом, мог заметить, уже открыто. Анатомия, по-видимому, нуждается в помощи опытов, столь полезной для успехов других наук, и природа предмета, подлежащего ее исследованию, лишает ее этого средства, необходимо-го теперь для ее совершенствования.

Циркуляция крови была давно известна, но расположение сосудов, носящих влагу, предназначенную, смешиваясь с ней, возмещать ее потери, но существование желудочного сока, приводящего пищу в

состояние разложения, необходимое для приготовления части, способной ассимилироваться с живыми жидкостями, с организованной материей; но изменения, которые испытывают различные части, различные органы как в периоде, отделяющем зачатие от рождения, так и начиная с этого момента, в различных возрастах жизни; но отличие частей, наделенных чувствительностью, или раздражительностью – свойство открытое Галлером и общее почти всем органическим существам, – вот то, что физиология сумела открыть в эту блестящую эпоху, опираясь на данные, добытые наблюдениями; и столько важных истин обязано своей известностью этим механическим, химическим и органическим объяснениям, которые, следуя поочередно друг за другом, обременяли науку гипотезами, гибельными для ее прогресса, опасными, когда их применение распространяется на медицину.

...Между тем, химия, ботаника, естественная история распространили плодотворный свет на сельскохозяйственную промышленность, на культуру растений, предназначенных удовлетворять наши различные потребности, на искусство кормить, размножать и сохранять домашних животных, улучшать породы и продукты; на способы приготовления, сохранения земных плодов, или съестных припасов, доставляемых нам животными.

Хирургия и фармация становятся почти новыми искусстваами, с того момента, когда они начали черпать в анатомии и химии более ясные, более верные указания...

...Для успешного своего распространения разделившиеся науки должны были между собой сближаться, между ними должны были образоваться точки соприкосновения.

Изложение прогресса каждой науки было бы достаточно, чтобы показать, какова была для многих польза непосредственного приложения вычисления; насколько последнее могло употребляться почти во всех, чтобы придать опытам и наблюдениям больше точности, то, чем они обязаны механике, давшей им более совершенные, более верные инструменты; насколько изобретение микроскопов и метеорологических приборов способствовало совершенствованию естественной истории: то, чем эта наука обязана химии, которая одна только могла привести к более глубокому познанию, рассматриваемых ею предметов; открывая

ей наиболее скрытую природу последних, их наиболее существенные различия, показывая ей соединения и элементы; между тем как естественная история доставляла химии столько продуктов, которые необходимо было отделять и собирать, столько операций, подлежащих исполнению, столько сочетаний, образованных природой, действительные элементы которых нужно было выделять, и иногда открывать тайну этих соединений или даже искусственно воспроизводить их; наконец, какую взаимную помощь оказывали друг другу физика и химия и что анатомия уже почерпнула или из естественной истории, или из этих наук.

Но мы изложили бы лишь самую незначительную часть выгод, которые уже извлечены, которых можно ожидать от этого применения. Многие геометры предложили общие методы находить, на основании наблюдений, эмпирические законы явлений, методы, которые распространяются одинаково на все науки, ибо могут равным образом привести к открытию, как закона последовательных значений какой-либо величины для ряда моментов, или положений, так и закона, согласно которому распределяются или различные свойства, или различные значения подобного качества между данным количеством предметов.

Уже некоторые применения доказали, что науку о сочетаниях можно успешно употреблять для расположения наблюдений в порядке, позволяющем улавливать с большей легкостью отношения, результаты и целое.

Применения теории вероятностей показывают насколько они могут способствовать прогрессу других наук; здесь, определяя правдоподобие необыкновенных фактов, и научая судить, должны ли они отбрасываться, или, напротив, заслуживают быть проверенными; там, вычисляя вероятность постоянного повторения этих фактов, наблюдающихся в практике искусств и которые сами не связаны ни с каким порядком, рассматриваемым уже как общий закон; таково, например, в медицине спасительное действие некоторых лекарств, успех некоторых предохранительных средств. Эти применения показывают нам еще, какова вероятность, что совокупность явлений обусловлена волей разумного существа; того, что зависит от других явлений, сосуществующих с ним, или предшествовавших ему и того, что должно быть приписано

необходимой и неизвестной причине, называемой случаем; слово, истинный смысл которого можно понять только посредством изучения этого исчисления...

...Исследования продолжительности жизни людей, влияния, которое оказывает на эту продолжительность различие полов, температур климата, профессий, форм правления, привычек; исследования смертности, обусловленной различными болезнями; колебаний народонаселения; о распространенности действия разных причин, вызывающих эти изменения; о распределении этого действия в каждой стране сообразно возрастам, полам, занятиям, — насколько все эти исследования могли бы быть полезны для изучения физики человека, для медицины, для общественной экономии!

Как плодотворно общественная экономия могла бы использовать эти самые вычисления для учреждения пожизненных доходов, возрастающей пожизненной ренты, сберегательных касс, фондов помощи бедным, страховых обществ всякого рода!

Применение вычисления разве не является также необходимым к той части общественной экономии, которая обнимает теорию мер, монет, банков и финансовых операций; наконец, теорию налогов, их распределение, установленное законом — от которого столь часто уклоняется их действительная раскладка, — их влияний на все части социальной системы?

Сколько важных вопросов этой самой науки могло быть правильно разрешено лишь при помощи знаний, приобретенных в области естественной истории, земледелия, физики растений, механических или химических искусств!

Одним словом, таков был общий прогресс наук, и нет, так сказать, ни одной, которую можно было бы обнять всецело в ее принципах, в ее подробностях, не будучи вынужденным прибегать к помощи всех других...

...Прогресс философии и наук расширил и благоприятствовал успехам изящной литературы, а последняя служила для популяризации наук и философии. Они оказывали друг другу взаимную поддержку, невзирая на усилия невежества и глупости, стремившиеся их разъединить и посеять между ними вражду. Эрудиция, которую

подчинение человеческому авторитету и уважение к предметам древности, казалось, обрекли на роль защитницы вредных предрассудков, тем не менее помогла их разрушить, ибо наука и философия снабдили ее факелом более здоровой критики. Она уже умела взвешивать авторитеты, сравнивать их между собою и, в конце концов, подчинила последние суду разума. Она отбрасывала чудеса, нелепые рассказы, факты, противоречащие правдоподобию, критикуя свидетельства, на которые они опирались; впоследствии она сумела их отбросить вопреки силе этих свидетельств, отступая только пред тем, которое могло бы устранить физическое или моральное неправдоподобие необыкновенных фактов.

Итак, все интеллектуальные занятия людей, как бы они не различались по своему предмету, методу, или необходимым для них умственным способностям, содействовали прогрессу человеческого разума. Вся система трудов людей, в самом деле, подобна хорошо составленному произведению, части которого, методически разделенные, должны, тем не менее, быть тесно связаны, образовать одно целое и стремиться к одной цели.

Бросая теперь общий взгляд на человеческий род, мы покажем, что открытие истинных методов во всех науках, обширность, заключающихся в них теорий, применение их ко всем предметам природы, ко всем потребностям людей, пути сообщения, установившиеся между ними, многочисленность контингента лиц, разрабатывающих их, наконец, умножение печатных станков, служат достаточной порукой, что отныне ни одна из них не может спуститься ниже той ступени, на которую она возведена. Мы дадим возможность заметить, что принципы философии, правила свободы, сознание истинных прав человека и его действительных интересов распространены среди слишком большого числа наций, руководят в каждой из них воззрениями слишком большого количества просвещенных людей, чтобы можно было бы опасаться, что они когда-нибудь будут преданы забвению. ...

Десятая эпоха

О будущем прогрессе человеческого разума

...Никто никогда не предполагал, что разум мог исчерпать и все факты природы и последние средства точности в измерении, в анализе

этих фактов, и отношения предметов между собой и все возможные сочетания идей. Одни только отношения величин, сочетания одной этой идеи, количество или протяженность образуют систему уже слишком необъятную, чтобы человеческий ум мог когда-нибудь охватить ее всю целиком, чтобы часть этой системы, всегда более обширная той, которую он усвоит, не осталась для него навсегда неизвестной. Но можно было предположить, что человек, имея возможность познать только часть предметов, доступных ему в силу природы своего ума, должен, наконец, встретить границу, где число и сложность тех, которые он знает, поглотили бы все его силы и всякий новый прогресс стал бы для него действительно невозможен.

Но так как, по мере того как факты умножаются, человек научается классифицировать их; сводить их к более общим фактам; так как инструменты и методы, служащие для наблюдения и для их верного измерения, приобретают в то же время все большую точность; так как, по мере того как узнается все большее число отношений между большим количеством предметов, достигается возможность сводить эти отношения к более распространенным и заключать их в выражения более простые, представлять их в формах, позволяющих, даже обладая той же умственной силой и употребляя ту же интенсивность внимания, обнять гораздо большее количество таковых; так как, по мере того, как ум возвышается к более сложным сочетаниям, более простые формулы скоро делают их для него легкими, истины, открытие которых стоило много усилий, которые сначала были доступны пониманию только людей, способных к глубоким размышлениям, вскоре затем развиваются и доказываются методами, которые может усвоить обыкновенный ум. Но если методы, которые приводят к новым сочетаниям исчерпаны, если их применения к еще не разрешенным вопросам требуют трудов, превосходящих или время, или силы ученых, то скоро методы более общие, средства более простые открывают новое поле гению. Пусть сила и реальный объем человеческих умов останутся теми же; но инструменты, которыми они могут пользоваться будут умножаться и совершенствоваться; но язык, укрепляющий и определяющий идеи, сможет приобрести большую точность, большую общность; но, вместо того как в механике нельзя увеличивать силу, не уменьшая скорости,

эти методы, которыми будет руководствоваться гений в открытии новых истин, равным образом, добавят энергии и к его силе и к быстроте его операций.

Наконец, так как эти изменения сами являются необходимым следствием прогресса в познании детальных истин и причиной, обуславливающей потребность в новых источниках, производя в то же время средства открывать последние, то, в силу этого, реальная масса истин, образующих систему наук наблюдения, опыта, или вычисления, может беспрестанно увеличиваться; и между тем, все части этой самой системы не могли бы беспрерывно совершенствоваться, предполагая, что способности человека сохраняют ту же силу, ту же активность, тот же объем. ...

...Если перейти теперь к теории, которая должна руководить применением принципов и служить основанием искусству социального строительства, не видим ли мы необходимости достигнуть точности, которой эти основные истины не могут быть доступны в их абсолютной общности? Имеем ли мы возможность обосновать все законодательные акты на справедливости, или доказанной и признанной полезности, а не на смутных, неизвестных и произвольных видах мнимых политических выгод? Установили ли мы точные правила, согласно которым можно было бы с уверенностью выбрать между почти бесконечным числом возможных комбинаций, где общие принципы равенства и естественных прав были бы уважаемы, те которые более обеспечивают сохранение этих прав, оставляют больший простор пользованию и наслаждению ими, более гарантируют отдых, благосостояние личностям, силу, мир и благополучие нациям?

Применение исчисления сочетаний и вероятностей к этим самым наукам обещает прогресс, тем более важный, что оно одновременно является единственным средством придать их результатам математическую точность и оценить степень их достоверности, или правдоподобия. Факты, на которые опираются эти результаты, могут, конечно, без вычислений и на основании одного только наблюдения, привести иногда к общим истинам; могут научить, было ли действие, обусловленное такой-то причиной благоприятно, или вредно; но если эти факты не могли быть ни высчитаны, ни взвешены, если эти действия не

могли быть подчинены точному измерению, тогда не смогут узнать хорошего или дурного следствия этой причины; если они взаимно уравновешиваются с некоторым равенством, если разница не очень велика, то невозможно будет даже высказаться с некоторой достоверностью, в какую сторону наклоняется чашка весов. Без применения вычислений невозможно было бы часто выбрать с некоторой уверенностью между двумя сочетаниями, образованными для достижения одной и той же цели, когда преимущества, которые они представляют не поражают очевидной несоразмерностью. Наконец, без этой самой помощи, эти науки остались бы всегда грубыми и ограниченными, лишенными достаточно тонких инструментов, чтобы уловить едва заметные истины, достаточно верных машин, чтобы достигнуть глубины рудника, где скрывается часть их богатств.

Между тем, это применение, невзирая на удачные попытки некоторых геометров, находится еще, так сказать, в зачаточном состоянии и оно должно открыть будущим поколениям столь же неисчерпаемый источник знаний, как сама наука исчисления, как число сочетаний, отношений и фактов, доступных исчислению.

Есть другой прогресс этих наук не менее важный – это усовершенствование их языка еще столь смутного и неясного. А именно, благодаря этому усовершенствованию они могли бы стать истинно народными, даже в своих главных элементах. Гений легко справляется с неточностями научных языков, как преодолевает другие препятствия; он распознает истину, не взирая на скрывающую или преображающую ее маску; но тот, кто может посвятить своему образованию лишь весьма ограниченное время, удастся ли ему приобрести и сохранить эти простейшие понятия, если они искажены неточным языком! Чем меньше идей он может собирать и сочетать, тем более ему необходимо, чтобы они были справедливы и точны; он не может находить в своем собственном уме системы истин, защищающих его от заблуждения, и его разум, которого он не имел возможности ни укреплять, ни утончать долгим упражнением, не способен улавливать слабых проблесков, скрывающихся под туманностями и двусмысленностями несовершенного и порочного языка. ...

...Прогресс наук обеспечивает прогресс промышленности, который сам затем ускоряет научные успехи; и это взаимное влияние,

действие которого беспрестанно возобновляется, должно быть причислено к наиболее деятельным, наиболее могущественным причинам совершенствования человеческого рода. В настоящее время молодой человек, по окончании школы, знает из математики более того, что Ньютон приобрел путем глубокого изучения, или открыл своим гением; он умеет владеть орудием исчисления с легкостью тогда неизвестной. Это самое наблюдение может, однако с некоторым неравенством, применяться ко всем наукам. По мере того, как каждая из них будет увеличиваться в объеме, будут равным образом усовершенствоваться средства представлять по возможности более сокращенно доказательства многочисленных истин и облегчать понимание последних. Таким образом, не взирая на новые успехи наук, не только люди равно одаренные окажутся в одинаковые эпохи их жизни на уровне современного им состояния знаний, но для каждого поколения неизбежно возрастет та сумма знаний, которую можно приобрести в один и тот же промежуток времени, с одной и той же умственной силой, при одном и том же внимании; и элементарная часть каждой науки, то, чего все люди могут достигнуть, став все более обширной, обнимет более полно все, что может быть необходимо знать каждому для руководства в своей обычной жизни, для того чтобы пользоваться своим разумом с полной независимостью....

...Нам остается теперь поговорить о двух общих средствах, которые должны одновременно влиять и на совершенствование промышленного искусства и на таковое наук: одно – это более широкое и более совершенное употребление того, что можно назвать техническими методами; другое – образование всемирного языка.

Под техническими методами я разумею искусство соединять в систематическом порядке большое количество предметов, и давать таким образом возможность с первого взгляда видеть их отношения, быстро заметить их сочетания и легче образовать новые.

Мы разовьем принципы, мы дадим понять полезность этого искусства, находящегося еще в состоянии своего младенчества и которое может, совершенствуясь, представить удобство собрать на небольшом пространстве картины то, что было бы часто трудно дать столь же быстро и так же хорошо понять в чрезвычайно объемистой книге; или

еще более драгоценное средство располагать отдельные факты в порядке, при котором наиболее удобно выводить их общие результаты. Мы изложим, как, помощью небольшого числа этих картин, пользованию которыми легко было бы научиться, люди, которые не могли подняться значительно выше наиболее элементарного образования, чтобы усвоить подробные знания, полезные в их повседневной жизни, смогут, по желанию, когда встретят в этом необходимость, таковые находить; как, наконец, употребление этих самых методов может облегчить элементарное образование всех видов, где это образование основывается или на систематическом порядке истин, или на ряде наблюдений или фактов.

Всемирным языком является такой, который выражает знаками или реальные предметы, или вполне определенные их совокупности, которые, заключая в себе простые и общие идеи, находятся, или могут одинаково образоваться в уме каждого человека; или, наконец, общие отношения между этими идеями, операции человеческого разума, которые свойственны каждой науке, или процессы искусств. Таким образом, люди, которые знали бы эти знаки, метод их сочетания и законы их образования, понимали бы написанное на этом языке и выражали бы это одинаково легко на обыкновенном языке своей страны. Ясно, что этот язык мог бы употребляться для изложения или научной теории, или процесса искусства; для представления отчета опыта, или нового наблюдения; изобретения процесса, открытия истины, или метода; что, как в алгебре, когда явилась бы необходимость пользоваться новыми знаками, те, которые были бы уже известны, помогли бы объяснить их значение...

К. Р. Поппер. Предположения и опровержения: Рост научного знания (1963)

...Его книга (*речь идёт о книге И. Канта “Критика чистого разума” – В.Р., З.М.*) была написана для тех, кто кое-что знал о небесной механике Ньютона и имел какое-то представление о его предшественниках – о Копернике, Тихо Браге, Кеплере и Галилее.

Просвещенным людям нашего времени, избалованным зрелищем непрерывных успехов науки, трудно понять, чем была теория Ньютона не только для Канта, но для любого мыслителя восемнадцатого столетия. После эпохи безудержной смелости, с которой древние штурмовали загадки природы, наступил длительный период упадка и постепенного возрождения. Ньютон открыл новый путь к успехам. Его геометрическая теория, опиравшаяся на работу Евклида, первоначально вызывала большое недоверие, причем даже у ее собственного создателя. Причина заключалась в том, что сила гравитационного притяжения казалась чем-то “окультизм” и во всяком случае нуждалась в объяснении. Несмотря на то что приемлемого объяснения так и не нашли (а Ньютон не хотел прибегать к *ad hoc* гипотезам), все опасения в отношении его теории рассеялись задолго до того, как Кант внес в нее собственный важный вклад. Это случилось через семьдесят восемь лет после выхода в свет “Principia”. Ни один образованный человек не мог больше сомневаться в том, что теория Ньютона истинна. Для ее проверки использовались самые точные измерения, но она всегда оказывалась права. Она предсказала небольшие отклонения от законов Кеплера и иные новые открытия. В наше время, когда теории приходят и уходят подобно автобусам на Пиккадилли и когда каждый школьник слышал о том, что Эйнштейн давно превзошел Ньютона, трудно понять то чувство уверенности, восторга и свободы, которое внушала теория Ньютона. В истории человеческого мышления произошло *уникальное событие*, которое уже никогда не может повториться: первое и последнее открытие абсолютной истины о мире. Тысячелетняя мечта осуществилась.

Человечество получило *знание* – реальное, несомненное и доказанное знание, божественную *scientia* или *episteme*, а не только *doxa*, человеческое мнение.

Таким образом, для Канта теория Ньютона была просто истинной, и убеждение в ее истинности сохранялось в течение столетия после смерти Канта. В конце концов Кант признал, что он и все другие лишь считали ее *scientia* или *episteme*. Вначале он принимал эту теорию без каких бы то ни было сомнений. Это состояние он назвал своим “догматическим сном”. Разбужен он был Юмом.

Юм учил, что несомненного знания универсальных законов, или *episteme*, не может существовать; что все наше знание получено с помощью наблюдения, которое относится только к единичным вещам, поэтому все теоретическое знание недостоверно. Его аргументы были убедительны (и он, конечно, был прав). Однако существовал факт или то, что казалось фактом, – получение Ньютоном *episteme*.

Юм заставил Канта усомниться в том, что он считал фактом. Здесь была проблема, от которой нельзя было отмахнуться. Как мог бы человек получить знание? Знание, которое было бы общим, точным, математическим, доказуемым и бесспорным, подобно Евклидовой геометрии, и вместе с тем давать каузальное объяснение наблюдаемым фактам?

Так возникает центральная проблема “Критики чистого разума”: “Как возможно чистое естествознание?” Под “чистым естествознанием” – *scientia*, *episteme* – Кант подразумевает просто теорию Ньютона. (К сожалению, сам он об этом не сказал, и я не понимаю, каким образом студент, читающий его первую “Критику” в 1781 и 1787 гг., мог бы обнаружить это. Но то, что Кант имел в виду именно теорию Ньютона, выясняется из “Метафизических оснований естествознания”, 1786 г., где он дает *априорную* дедушку теории Ньютона)...

...Ньютоновская космология была универсальной системой мира, которая описывала законы космических движений наиболее простым и ясным способом, причем с абсолютной точностью. Ее принципы были столь же простыми и точными, как принципы геометрии Евклида – этого непревзойденного образца для всех наук. Ньютон и в самом деле представил нечто подобное космической геометрии, которая к

геометрии Евклида добавила теорию (способную также принять форму геометрии) движения материальных точек под воздействием сил. Если не считать понятия времени, то она к Евклидовой геометрии добавляла всего лишь два существенно новых понятия: понятие массы, или материальной *массивной точки*, и еще более важное понятие направленной *силы* ("*dynamis*" по-гречески, откуда и произошло название теории Ньютона – "динамика").

Это была наука о космосе, о природе, и это была наука, опиравшаяся на опыт. Она была дедуктивной, как и геометрия. Тем не менее сам Ньютон утверждал, что он извлек свои функциональные принципы из опыта посредством *индукции*. Иными словами, Ньютон полагал, что истинность его теории можно логически вывести из истинности определенных *утверждений наблюдения*. Хотя он и не описал точно этих утверждений наблюдения, тем не менее ясно, что он должен был иметь в виду законы Кеплера – законы эллиптического движения планет. И до сих пор можно встретить известных физиков, убежденных в том, что законы Кеплера можно индуктивно вывести из утверждений наблюдения, а принципы Ньютона – в той или иной мере – из законов Кеплера.

Одно из величайших достижений Канта заключалось в том, что, пробужденный Юмом, он осознал парадоксальность такого убеждения. Гораздо более ясно, чем кто-либо до него, Кант увидел абсурдность предположения о том, что теория Ньютона могла быть выведена из наблюдений...

...Хотя "Критика" была написана плохим языком и отличалась громоздким стилем, эта проблема не могла быть сведена к лингвистической головоломке. *Существовало знание. Каким образом Ньютон смог получить его?* Нельзя было уйти от этого вопроса. Однако он был неразрешим, ибо кажущийся факт получения *episteme* был реальным фактом. Как нам теперь известно или кажется, что известно, теория Ньютона была лишь изумительным *предположением*, удивительно хорошим приближением. Она действительно была уникальна, но не как божественная истина, а как уникальное достижение человеческого гения, она представляла собой не *episteme*, а лишь *doxa*. Поэтому-то и рушится кантовская проблема "Как возможно чистое естествознание?" и исчезает большая часть волновавших его трудностей.

Предложенное Кантом решение его неразрешимой проблемы заключалось в том, что он с гордостью назвал “коперниканской революцией”, совершенной им в теории познания. Знание – *episteme* – возможно потому, что мы не пассивно воспринимаем данные органов чувств, а активно перерабатываем их. Ассимилируя и перерабатывая их, мы образуем из них Космос, мир природы. На материал, предоставляемый нашими чувствами, мы налагаем математические законы, являющиеся частью нашего организующего механизма. Таким образом, наш разум не открывает универсальные законы в природе, а предписывает ей свои собственные законы, налагает их на природу.

Эта теория представляет собой странную смесь абсурда и истины. Она абсурдна, ибо пытается решить неправильно поставленную проблему и доказывает слишком много, стремясь и доказать слишком много. Согласно теории Канта, “чистое естествознание” не просто *возможно*. Хотя он не всегда осознает это, но вопреки его намерениям оно оказывается *необходимым* результатом нашей мыслительной деятельности. Если факт получения нами *episteme* можно объяснить посредством того факта, что наш разум создает и налагает свои собственные законы на природу, то первый из двух фактов не может быть более случайным, чем второй. Таким образом, проблема заключается не в том, как смог Ньютон совершить свое открытие, а в том, как можно было бы не совершить его. Почему наш интеллектуальный механизм не работал раньше?

В этом заключается, очевидно, абсурдное следствие идеи Канта. Однако было бы не вполне правомерно просто отбросить ее и саму проблему как псевдопроблему. В идее Канта мы можем обнаружить зерно истины (как и в некоторых воззрениях Юма) после того, как надлежащим образом сформулируем его проблему. Как нам теперь известно (или мы считаем, что известно), его вопрос должен звучать так: “Как возможны успешные предположения?” И в духе его “коперниканской революции” наш ответ, как мне кажется, может быть таким: потому что мы, как вы сказали, являемся не пассивными регистраторами чувственных данных, а активными организмами. Потому что на наше окружение мы реагируем не только инстинктивно, но иногда сознательно и свободно. Потому что мы способны изобретать мифы и теории, стремимся

к объяснению, хотим знать. Потому что мы не только изобретаем мифы и теории, но стремимся узнать, работают ли они и как работают. Поэтому, что за счет огромных усилий и преодоления множества ошибок иногда, в случае удачи, мы создаем такой сюжет, такое объяснение, которое “спасает феномены”, например, миф о “невидимых” вещах, скажем, атомах или силах гравитации, объясняющий видимое. Потому что познание есть приключение идей. Верно, что эти идеи создаются нами, а не окружающим миром, они представляют собой не просто следы повторяющихся впечатлений или стимулов. В этом вы правы. Но мы даже более активны и свободны, чем думали вы, ибо сходные наблюдения или похожие ситуации не приводят, как следует из вашей теории, к одинаковым объяснениям у разных людей. И успешность наших теорий объясняется вовсе не тем, что мы сами создаем их и пытаемся налагать на природу. Подавляющее большинство наших теорий, свободно изобретаемых нами идей оказываются безуспешными, они не выдерживают проверки и отбрасываются как фальсифицированные опытом. И лишь очень немногие из них, да и то на время, добиваются успеха в борьбе за выживание.

Немногие из последователей Канта имели ясное представление о той проблемной ситуации, которая стимулировала его деятельность. Перед ним стояли две проблемы: небесная механика Ньютона и абсолютные стандарты человеческого братства и справедливости, к которым апеллировала Французская революция, или, как выразился сам Кант, “звездное небо над мной и моральный закон во мне”. Однако редко понимают, чем было “звездное небо” Канта – напоминанием о Ньюtone. ...

...Подчеркивая роль наблюдателя, исследователя, теоретика, Кант оказал глубокое влияние не только на философию, но также на физику и космологию. Он создал духовную атмосферу, в которой только и могли появиться теории Эйнштейна или Бора, а Эддингтона можно назвать большим кантианцем, чем самого Канта. Даже те из нас, кто, как я, не хочет во всем следовать Канту, должен согласиться с ним относительно того, что экспериментатор не может ждать, когда природа раскроет ему свои секреты, а должен ставить перед ней вопросы. Он должен подвергать ее допросу в свете своих сомнений, предположений и теорий,

идей и догадок. Мне кажется, это была великолепная философская находка. Она позволила увидеть в теоретической и экспериментальной науке продукт человеческого творчества, а ее историю рассматривать как часть истории идей, похожей на историю искусства и литературы.

У кантовского варианта коперниканской революции имеется еще одно и даже более интересное значение, которое, может быть, говорит о его двойственном отношении к ней. Коперниканская революция Канта решает гуманистическую проблему, порожденную революцией самого Коперника. Коперник лишил человека центрального положения в физическом универсуме. Революция Канта смягчила этот удар. Кант показал, что наше положение в физическом универсуме не имеет большого значения: наш универсум в некотором смысле по-прежнему вращается вокруг нас. Мы сами – по крайней мере отчасти – вносим в него порядок, мы создаем наше знание о нем. Мы открываем, а открытие есть творчество.

Попнер К.Р. Предположение и опровержение. Рост научного знания. – М.: Ермак, 2004, с.152–156, 303–304, 311–312.

В'ячеслав Найдиш

Найдиш В'ячеслав Михайлович (нар. 1947) – відомий український та російський філософ, доктор філософських наук, професор. Навчався і працював на філософському факультеті Київського університету імені Тараса Шевченка; потім у 1978 р. переїхав у Москву, де в даний час очолює кафедру онтології і теорії пізнання Університету дружби народів імені П. Лумумби. Основні роботи – в галузі епістемології, філософії та методології науки, соціальної філософії.

Ми тут наводимо фрагмент з другого видання його книги “Концепції сучасного природознавства”.



В. М. Найдыш. Концепции современного естествознания (2003)

Методологические установки классической физики

Важнейшей исходной предпосылкой классической физики (как и всей науки) является *признание объективного существования (до и независимо от человека и его сознания) физического мира* (совокупности устойчивых явлений, вещей, процессов, расположенных в определенном порядке в пространственно-временном континууме).

Каждая вещь, находясь в определенном месте пространства, существует в определенный промежуток времени независимо (в пространственно-временном отношении) от других вещей. Хотя вещи и способны в принципе взаимодействовать друг с другом, это не приводит к существенному изменению структуры взаимодействующих тел, а если и приводит, то всегда можно уточнить характер происшедших изменений и ввести соответствующую поправку, восстановив тем самым идеальный образ первоначального состояния.

Лапласовский детерминизм. Все элементы физического мира связаны между собой причинно-следственными связями таким образом, что, зная в определенный момент времени координаты каждого элемента,

можно в принципе однозначно предсказать положение этого элемента через любой промежуток времени.

Материальный мир познаваем. На основе имеющихся познаваемых средств (теоретических и эмпирических) возможно в принципе объективно описать и объяснить все исследуемые физические явления.

Основой физического познания и критерием его истинности является эксперимент, ибо только в эксперименте исследователь через средства исследования непосредственно взаимодействует с объектом; при этом исследователь свободен в выборе условия проведения эксперимента.

В процессе исследования физический объект по существу остается неизменным, он не зависит от условий познания. Если же прибор и оказывает какое-либо воздействие на объект, то это воздействие всегда можно учесть, внося соответствующую поправку. В процессе исследования всегда можно четко разграничить доведение объекта и поведение средств исследования, средств наблюдения, экспериментирования. Поэтому описание поведения объектов и описание поведения приборов осуществляются одинаковыми средствами научного языка.

Возможно обособление элементов физического мира, в принципе возможно экспериментальными средствами неограниченное (по отношению к атому) разложение физических объектов на множество независимых вещей и элементов.

Все свойства исследуемого объекта могут экспериментально определяться с помощью одной установки одновременно. Нет принципиальных препятствий для того, чтобы полученные таким путем данные могли быть объединены в одну картину объекта.

В принципе возможно получение абсолютно объективного знания, т. е. такого знания, которое не содержит ссылок на познающего субъекта (на условия познания). При этом основными критериями объективности считались: а) отсутствие в содержании физического знания ссылок на субъект познания; б) однозначное применение понятий и системы понятий для описания физических явлений; в) наглядное моделирование — эквивалент объективности знания.

Данные о состоянии исследуемых явлений выражаются через величины, имеющие количественную меру. Через измеримые величины

выражаются также и физические законы, которые должны быть сформулированы на языке математики (программа Галилея). При этом динамические закономерности поведения элементов физического мира исчерпывающим образом описываются системой дифференциальных уравнений (т. е. на континуальной основе). Физические системы, как правило, замкнуты, обратимы (направленность времени для них не важна) и линейны.

Возможность пренебречь атомным строением измерительных приборов – одна из общих черт классического, релятивистского и квантового способов описания.

Уверенность в том, что структура познания в области физики, же как и структура мира физических элементов, не претерпевает существенных качественных изменений, что классический способ описания вечен и неизменен. Как качественно неизменен физический мир, движение элементов которого сводится непрерывному механическому перемещению частиц материи неизменны физические закономерности, так же неизменен и метод познания этого мира и его законов.

Теоретическое описание мира осуществляется с помощью трех видов логических форм: понятий, теорий и картины мира. Различие между физической теорией и физической картиной мира – количественное (по степени обобщения), но не качественное; фундаментальная физическая теория и есть (в силу наглядности ее понятий) физическая картина мира.

Найдыш В.М. Концепции современного естествознания:
Учебник. – М., 2003, с. 238–240.

5. НАУКА XIX СТОЛІТТЯ

И. Пригожин, И. Стенгерс. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой (1984)

...К началу XIX в. ньютоновская программа (сведение всех физико-химических явлений к действию сил – к гравитационному притяжению добавилась отталкивающая сила тепла, заставляющая тела расширяться при нагревании и способствующая растворению, а также электрическая и магнитная силы) стала официальной программой лапласовской школы, занимавшей доминирующее положение в научном мире в эпоху, когда в Европе господствовал Наполеон.

Начало XIX в. стало свидетелем расцвета французских высших *ecoles* (школ) и реорганизации университетов. Это было время, когда ученые становились преподавателями и профессиональными исследователями и брали на себя задачу воспитания своих преемников. Это было время первых попыток представить синтез знания в удобообозримой форме, для того чтобы изложить его в учебниках и научно-популярных изданиях. Наука перестала быть предметом обсуждения только в великосветских салонах, ее преподавали и популяризировали. Относительно науки было достигнуто профессиональное единство мнений, она была освящена авторитетом университетских кафедр.

...Разумеется, со времен Ньютона формулировка классической динамики претерпела значительные изменения. Эти изменения явились результатом работы ряда величайших математиков и физиков, таких как Гамильтон и Пуанкаре. В истории классической динамики кратко можно выделить два периода. Первым был период прояснения и обобщения. Во второй период даже в тех областях, где (в отличие от квантовой механики и теории относительности) классическая механика в целом по-прежнему остается верной, ее основные понятия подверглись критическому пересмотру. В тот момент, когда пишется эта книга – в конце XX в., – мы все еще находимся во втором периоде.

Демон Лапласа

Экстраполяция динамического описания, которое мы достаточно подробно обсудили выше, имеет наглядный образ – демон, вымышленный Лапласом и обладающий способностью, восприняв в любой данный момент времени положение и скорость каждой частицы во Вселенной, прозревать ее эволюцию как в будущем, так и в прошлом. Разумеется, никто никогда и не помышлял о том, чтобы физик мог пользоваться всей полнотой знания, которой располагал демон Лапласа. Самому Лапласу это вымышленное существо понадобилось лишь для того, чтобы наглядно продемонстрировать степень нашей неосведомленности и необходимость в статистическом описании некоторых процессов. Проблематика демона Лапласа связана не с вопросом о том, возможно ли детерминистическое предсказание хода событий в действительности, а в том, возможно ли оно *de jure*. Именно такая возможность заключена в механистическом описании с его характерным дуализмом, основанным на динамическом законе и начальных условиях. То, что развитием динамической системы управляет детерминистический закон (хотя на практике наше незнание начальных состояний исключает всякую возможность детерминистических предсказаний), позволяет “отличать” объективную истину о системе, какой она представлялась бы демону Лапласа, от эмпирических ограничений, вызванных нашим незнанием. В контексте классической динамики детерминистическое описание может быть недостижимым на практике, тем не менее, оно остается пределом, к которому должна сходить последовательность все более точных описаний.

...Природа говорит с нами на тысячу голосов, и мы лишь недавно начали ее слушать. Тем не менее на протяжении почти двух столетий демон Лапласа тягостно поражал наше воображение, вызывая ночные кошмары, в которых все вещи казались не имеющими значения. Если бы мир действительно был таким, что демон (т. е. существо в конечном счете подобное нам, обладающее той же самой наукой, но наделенное несравненно большей остротой органов чувств и способностью мгновенно производить сложнейшие вычисления) мог, зная состояние Вселенной в один произвольно выбранный миг, вычислить ее прошлое и будущее (если между простыми системами, доступными нашему

описанию, и сложными системами, для описания которых необходим демон, не существует никаких качественных различий), то мир есть не что иное, как грандиозная тавтология. В возможности такого предложения и заключается тот вызов науке, который мы унаследовали от наших предшественников, те чары, которые мы пытаемся развеять сегодня. ...

* * *

...Решающим моментом в философском развитии XIX века является, без сомнения, вопрос о значении естественнонаучного понимания явлений для общего воззрения на мир. Влияние этой специальной науки на философию и общую духовную жизнь в XIX веке сначала было несколько ограничено и оттеснено на задний план, но зато впоследствии оно проявилось с наибольшей силой. Метафизика XVII века, а вследствие этого и Просвещение XVIII века находились всецело во власти *естественнонаучного мышления*: признание общей закономерности всего существующего, исследование простейших элементов и форм бытия, поиск необходимости, лежащей в основе всякой смены явлений, — все это оказало влияние на теоретические изыскания, а вместе с тем и на оценку индивидуумом всего единичного, при которой “ценное” отождествлялось с “естественным”. Против распространения такого механического воззрения на мир выступила немецкая философия с той основной мыслью, что все познанное подобным образом есть лишь форма явлений и оболочка целесообразно развивающегося внутреннего мира и что истинное понимание единичного должно определить то значение, которое принадлежит ему в целесообразном строе жизни. *Историческое мировоззрение* явилось результатом работы мысли, стремившейся начертать “систему разума”.

Обе эти силы борются друг с другом в духовной жизни нашего времени, и в этой борьбе выдвигаются в самых разнообразнейших комбинациях все аргументы, заимствованные у прежних периодов истории философии, но не было введено ни одного существенно нового принципа. И если при этом победа, по-видимому, начала склоняться временно на сторону линии Демокрита, то главным образом по двум мотивам, особенно благоприятствовавшим этому направлению в наше

время. Первый мотив преимущественно носит интеллектуальный характер, и его влияние было велико и в более насыщенные умственной жизнью периоды прежних веков: это *наглядная простота* и ясность, точность и определенность естественнонаучных воззрений, которые, вследствие их общедоступности, обещают устранить все сомнения и колебания и все затруднения истолковывающего их мышления. Гораздо более действенным, однако, оказался в наши дни второй мотив – явная *полезность* естествознания. Мощный переворот во внешних условиях жизни, непрерывно и быстро совершающийся на наших глазах, с необходимостью подчиняет интеллект среднего человека господству тех форм мысли, которым он обязан столь великими преобразованиями, а потому в этом отношении мы живем под знаменем *бэконизма*.

С другой стороны, мощное культурное сознание нашего времени сохранило самый животрепещущий интерес к вопросам о значении для индивидуума общественной и исторической жизни. Чем больше политическое и социальное развитие европейских народов вступает в стадию действия масс, чем ярче чувствуется даже и в духовной жизни направляющая власть целого над единичным, тем больше борется и в философских размышлениях *индивидуум* против господства *общества*. Противостояние исторического и естественнонаучного мирозерцания и непонимания приобрело наиболее непримиримый характер в том пункте, где в конце должен был решиться вопрос о том, в какой мере отдельная личность обязана ценным содержанием своей жизни самой себе, а в какой – господствующей над ней связью целого. Снова, как и во время эпохи Возрождения, ожесточенно столкнулись друг с другом универсализм и индивидуализм.

Если мы захотим, обращаясь к философской литературе этого столетия, дать краткий очерк тех движений, в которых наиболее ярко выразилось это характерное противостояние, то прежде всего придется поставить вопрос о том, в каком смысле и в каких пределах *душевная жизнь* может быть предметом естественнонаучного познания, ибо именно в этом пункте должно быть прежде всего установлено право на исключительное господство в философии этой формы мышления. Поэтому никогда так много не спорили о задаче, методе и систематическом значении *психологии*, как в XIX веке. В конце концов единственно

возможным выходом здесь оказалось ограничение этой науки лишь изложением ее чисто эмпирического содержания. Таким образом, психология позже всех частных наук, по крайней мере в принципе, отделилась от философии.

Но этот процесс зависит еще от других, более общих условий: как реакция против высоко поднявшейся волны идеализма немецкой философии через весь XIX век протекает широким потоком *материалистическое мирозерцание*, с наибольшей силой и страстностью проявившееся около середины столетия, хотя для этого не было ни новых оснований, ни новых знаний. Правда, с тех пор как серьезное естествознание отказалось от материализма, он стал намного скромнее в своих притязаниях на научное значение. Однако он оказывает тем большее влияние, выступая под видом скептической и позитивистской осторожности.

К наиболее значительным разветвлениям этого направления мысли, несомненно, принадлежит также и стремление подвергнуть изучению с естественнонаучной точки зрения общественную жизнь человека, историческое развитие и общие условия его духовного бытия. Введенное под не очень удачным названием *социологии*, это направление стремилось превратиться в своеобразный род *философии истории*, которая надеялась развить на более широких фактических основаниях идеи, заложенные в наследии философии Просвещения.

Но историческое мирозерцание, со своей стороны, тоже оказало сильное воздействие на естествознание. Выдвинутая натурфилософией идея истории органического мира была в высшей степени важным по своему влиянию образом реализована в эмпирическом исследовании. Методологические принципы, которые привели к этому, распространились как бы сами собой и на другие области познания, и в *эволюционных теориях* историческое и естественнонаучное мировоззрение, по-видимому, настолько сблизилось друг с другом, насколько это было возможно без участия новой объединяющей их философской идеи.

Наконец, что касается индивидуума, то побуждения, скрывавшиеся в культурной проблеме XVIII века, привели к тому, что в центре философского интереса на время оказался вопрос о *ценности жизни*. Пессимистическое настроение было побеждено, и только тогда, в результате

всех этих обсуждений, мог быть выдвинут более глубокий и ясный вопрос о сущности и содержании ценностей вообще и, таким образом, философия могла вернуться, правда удивительнейшими обходными путями, к *кантовской основной проблеме общезначимых ценностей*.

Как восстановить порядок в интеллектуальном ландшафте, утраченный с исчезновением бога, который мыслился как некий рациональный принцип, устанавливавший связь между наукой и природой? Могли ли ученые докопаться до глобальной истины, если уже никто не мог утверждать (разве что лишь метафорически), что наука занимается расшифровкой слова творения? Бог безмолвствовал или, по крайней мере, не изрекал ни слова на том языке, на котором мыслил человеческий разум. Что осталось от нашего субъективного опыта в природе, из которой исключено время? Каков тогда смысл таких понятий, как “свобода”, “предопределение” или “этические ценности”? ...

...Объективное знание (как учил И. Кант – *В. Р., З. М.*) не пассивно: оно формирует свои объекты. Считая некий феномен объектом опыта, мы априори (прежде чем он будет дан нам в действительном опыте) предполагаем, что этот феномен удовлетворяет определенной совокупности принципов. Поскольку мы мыслим феномен как возможный объект знания, он является продуктом синтетической деятельности нашего рассудка. В объектах нашего знания мы находим самих себя, и, следовательно, ученый сам является источником тех универсальных законов, которые он открывает в природе.

Априорные условия опыта являются одновременно и условиями существования объектов опыта. В этом знаменитом утверждении заключена суть “коперниканской революции”, произведенной в философии “трансцендентальным” познанием Канта. Субъект более не “обращается” вокруг своего объекта, пытаясь открыть законы, управляющие объектом, или язык, на котором объект допускает расшифровку. Субъект теперь сам находится в центре, диктуя оттуда свои законы, и воспринимаемый субъектом мир говорит на его, субъекта, языке. Неудивительно поэтому, что ньютоновская наука способна описывать мир с внешней, почти божественной точки зрения!

То, что все чувственно воспринимаемые феномены подчиняются законам нашего разума, отнюдь не означает, будто конкретное знание

таких объектов бесполезно. По Канту, наука не вступает в диалог с природой, а навязывает природе свой собственный язык. Тем не менее в каждом случае необходимо раскрывать специфику “сообщения”, передаваемого на этом общем языке. Одно лишь знание априорных понятий пусто и бессодержательно.

Символ научного мифа – демон Лапласа – с точки зрения Канта, есть иллюзия, но иллюзия рациональная. Хотя своим появлением она обязана предельному переходу и потому незаконна, тем не менее эта иллюзия отражает вполне законное убеждение, являющееся движущей силой науки, – убеждение в том, что природа в ее целостности послушно подчиняется тем принципам, которые столь успешно открывают ученые. Куда бы ни направила наука свои стопы, о чем бы она ни вопрошала, получаемый ею ответ всегда будет если не тот же самый, то по крайней мере того же рода. Существует единый универсальный синтаксис, включающий в себя все возможные ответы.

Тем самым трансцендентальная философия узаконивает притязания физиков на открытие окончательной формы всякого положительно-го знания. В то же время трансцендентальная философия ставит философию в господствующее положение по отношению к естествознанию. Отпадает необходимость в поиске философского значения результатов научной деятельности: с трансцендентальной точки зрения эти результаты не приводят к истинно новому знанию. Предметом философии является наука, а не ее результаты. Наука, рассматриваемая как повторяющаяся и замкнутая деятельность, служит надежным фундаментом трансцендентальной рефлексии.

Однако, узаконивая все притязания науки, критическая философия Канта в действительности ограничивает научную деятельность проблемами, которые можно считать и поверхностными, и несложными. Она обрекает науку на скучный труд по расшифровке монотонного языка феноменов, приберегая для себя вопросы, связанные с “предназначением” человека на Земле: что может знать человек, что он должен делать, на что он может надеяться. Мир, изучаемый наукой, мир, доступный положительному знанию, есть “всего лишь” мир феноменов. Ученый не только не может познать “вещи в себе”, но даже задаваемые им вопросы не имеют никакого отношения к реальным проблемам

человечества. Красота, свобода и этика не могут быть объектами положительного знания. Они принадлежат миру ноуменов, т. е. области философии, и никак не связаны с миром феноменов. ...

...Достигнутое Кантом примирение естествознания и философии оказалось непрочным. Философы-посткантианцы нарушили непродолжительное “перемирие” в пользу новой философии науки, основанной на допущении о существовании нового пути к знанию, отличного от науки, а в действительности враждебного ей. Ничем не подкрепляемые умозрительные построения сбросили узы стеснявшей их высшей инстанции – экспериментального диалога, что повлекло за собой самые печальные последствия для диалога между естествоиспытателями и философами. Для большинства ученых натурфилософия стала синонимом напыщенных, нелепых спекуляций, произвольно обращающихся с фактами и то и дело опровергаемых фактами. В то время для большинства философов натурфилософия стала олицетворением тех опасностей, которыми чреваты обращение к тем или иным философским проблемам природы и попытки конкурировать с естествознанием. Раскол между естествознанием и философией, а также всеми науками гуманитарного цикла еще больше усугубил взаимную неприязнь и взаимные опасения.

В качестве примера спекулятивного подхода к природе мы прежде всего упомянем Гегеля. Философия природы Гегеля имеет космические масштабы. В его системе предусмотрены возрастающие уровни сложности, а цель природы состоит в конечной самореализации ее духовного начала. История природы выполняет свое предназначение с появлением человека, т. е. духа, познающего самого себя.

Гегелевская философия природы последовательно включает в себя все, что отрицалось ньютоновской наукой. В частности, в основе ее лежит качественное различие между простым поведением, описываемым механикой, и поведением более сложных систем, таких как живые существа. Гегелевская философия природы отрицает возможность сведения этих уровней друг к другу, то есть отвергает саму мысль о том, что различия между ними лишь кажущиеся и что природа в основе своей однородна и проста. Она утверждает существование иерархии, в которой каждый уровень предполагает предшествующий.

В отличие от ньютоновских авторов *romans de la matiere* (рыцарских романов о материи – *франц.*) – широких всеобъемлющих полотен, повествующих обо всем на свете, начиная с гравитационного взаимодействия и кончая человеческими страстями, Гегель отчетливо сознавал, что введенные им различия между уровнями (которые мы независимо от собственной интерпретации Гегеля можем считать соответствующими идее возрастающей сложности в природе и понятию времени, обогащающемуся содержанием с каждым переходом на более высокий уровень) идут против математического естествознания его времени. Поэтому Гегелю было необходимо ограничить значимость этой науки, показать, что математическое описание ограничивается самыми тривиальными ситуациями. Механика поддается математизации потому, что она наделяет материю только пространственно-временными свойствами. ...

...В некотором смысле система Гегеля является вполне последовательным философским откликом на ключевые вопросы проблемы времени и сложности. Однако для поколений естествоиспытателей она была лишь предметом неприязни и презрения. По прошествии некоторого времени внутренние трудности философии Гегеля усугубились старением той естественнонаучной основы, на которой была воздвигнута его система: отвергая ньютоновскую систему, Гегель опирался на естественнонаучные представления своего времени. Но именно этим представлениям суждено необычайно быстро быть преданными забвению. Трудно представить себе менее удачное время для поиска экспериментальной и теоретической основы для альтернативы классической науке, чем начало XIX в. Хотя этот период характеризуется значительным расширением границ экспериментальной науки и повсеместным распространением теории, по крайней мере внешне противоречивших ньютоновской науке, большинство из этих теорий были отвергнуты уже через несколько лет после их появления.

Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986, с. 114–116, 124, 126, 136–141.

П'єр Лаплас

Лаплас П'єр Симон (1749–1827) – знаменитий французький астроном, математик, фізик. Автор класичних праць з теорії ймовірностей і небесної механіки (динаміка Сонячної системи в цілому та її стійкість та ін.); твору “Аналітична теорія ймовірностей” (1812) і “Трактат про небесну механіку” (т. 1–5, 1798–1825); багато праць з диференціальних рівнянь, математичної фізики, теорії капілярності, теплоти, акустики, геодезії та ін. У 1816 р. Лапласа обрали членом Французької Академії, “безсмертним”, головним чином за блискучі літературні достоїнства його невеликої книги “Виклад системи світу” (1796), що містить у вигляді додатка знамениту космогонічну гіпотезу, яку зазвичай називають небулярною гіпотезою Канта – Лапласа. Він був членом Комісії мір і ваг, що розробила метричну систему, і членом Бюро довгот. Був професором Нормальної школи із самого її заснування. Він також був класичним представником механістичного детермінізму.



Ми наводимо тут передмову до третього (1805) тому його “Небесної механіки”.

П. Лаплас. Небесная механика. Предисловие к III тому (1805)

БОНАПАРТУ – ЧЛЕНУ НАЦИОНАЛЬНОГО
ИНСТИТУТА, ГРАЖДАНИНУ ПЕРВОМУ КОН-
СУЛУ – РАЗРЕШИТЕ МНЕ ПОСВЯТИТЬ ЭТОТ
ТОМ – ГЕРОИЧЕСКОМУ УМИРОТВОРИТЕЛЮ
ЕВРОПЫ...

В первой части данного труда выведены общие принципы равновесия и движения тел. Приложение этих принципов к движению небесных тел привело нас, путем чисто математических рассуждений, без введения гипотез, к закону всемирного тяготения. Действие тяжести, движение снарядов у поверхности Земли составляют частные случаи

этого закона. Далее мы рассмотрели системы тел, подверженных этому великому закону природы, и вывели, исключительно путем анализа, общие выражения для их движений, формы и колебаний покрывающих их жидкостей. Из этих зависимостей мы получили все известные нам явления приливов и отливов, изменение длины градусной дуги меридиана и силы тяжести на поверхности Земли, предварение равноденствий, либрацию Луны, форму и движение колец Сатурна и указали на причину, по которой эти кольца неизменно остаются в плоскости экватора Сатурна. Более того, мы вывели, исходя из той же теории тяготения, основные уравнения движения планет, в особенности Сатурна и Юпитера, главные неравенства которых имеют периоды больше девятисот лет. Неравенства движений Юпитера и Сатурна вначале представляли для астрономов только лишь аномалию, законы и причины которой были неизвестны. В течение долгого времени эти неправильности казались несовместимыми с теорией тяготения. Однако более внимательное рассмотрение показало, что они могут быть выведены из теории тяготения, и тем самым эти движения стали одним из самых поразительных ее доказательств. Мы развили теорию вековых движений элементов планетной системы, при которых она возвращается в то же состояние лишь по прошествии многих столетий. Среди всех изменений элементов мы обнаружили постоянство средних движений и средних размеров орбит. По-видимому, природа их первоначально установила для вечного продолжения, имея в виду те же цели, с которыми так дивно устроена Земля для сохранения особей и продолжения видов. Из одного того, что все движения происходят в одну сторону, в плоскостях, лишь слабо наклоненных, следует, что орбиты планет и спутников всегда были почти круговыми и лишь мало наклоненными друг к другу. Таким образом, изменения наклона эклиптики, которая всегда была заключена в узких пределах, никогда не приведут к вечной весне на Земле...

...В начале ... прогресс (астрономии – *В.Р., З.М.*) был исключительно медленным, и в течение очень долгого времени люди следили только за видимым движением светил. Эта эпоха, начало которой затеряно в глубокой древности, может рассматриваться как детство астрономии. Ей принадлежат труды Гиппарха и Птолемея, а также

наблюдения индусов, арабов и персов. Система Птолемея, которую они последовательно приняли, по существу является ничем иным, как способом представления видимых движений, и на этом основании она была полезна науке. Слабость человеческого ума часто требует помощи гипотезы для установления взаимосвязи, фактов. Если мы ограничиваем гипотезу таким ее применением и позаботимся о том, чтобы не приписывать ей того реального значения, которым она не обладает, и будем затем часто поправлять ее новыми наблюдениями, то мы сможем в конце концов обнаружить истинные причины или, по крайней мере, законы этих явлений. История философии науки может представить много примеров тех преимуществ, которые можно извлечь из заранее принятой гипотезы, и тех ошибок, которым мы подвержены, полагая, что она соответствует истинному объяснению природы. В середине шестнадцатого века Коперник пришел к выводу, что кажущиеся движения небесных тел указывают нам на истинное движение Земли вокруг Солнца и вокруг своей оси. Таким образом, он показал нам мир с новой точки зрения, и тем самым изменил облик астрономии. Замечательная совокупность открытий навсегда оставит в нашей памяти, в истории науки, столетие, последовавшее за открытием Коперника, эпоху, которая также отмечена шедеврами литературы и искусства.

Кеплер указал законы движения планет по эллипсу. Телескоп, изобретенный благодаря счастливому случаю, был тут же усовершенствован Галилеем. Ему он позволил увидеть на небе новые неравенства и новые миры. Применение маятника в часах Гюйгенсом и телескопа к астрономическому квадранту придало точность измерениям времени и углов и тем самым сделало ощутимыми малейшие неравенства небесных движений. В то время как наблюдения представляли человеческому уму новые явления, для их объяснения и расчета были созданы новые инструменты мышления. Непер изобрел логарифмы. Анализ кривых и основы динамики были созданы трудами Декарта и Галилея. Ньютон открыл дифференциальное исчисление, разложил луч света и возвел тяготение до общего принципа. За только что прошедший век приемники этого великого человека закончили здание, фундамент которого заложил он. Был усовершенствован анализ бесконечно малых, изобретено исчисление частных производных как бесконечно малых, так и

конечных. Вся механика сведена теперь к формулам. Применением этих открытий к закону тяготения были рассчитаны все небесные явления, что придало теориям и астрономическим таблицам необыкновенную точность; этому в значительной мере мы обязаны трудам французских математиков и тем премиям, которые учреждались Академией наук. К указанным открытиям следует прибавить aberrацию звезд и нутацию земной оси, обнаруженные Бадлеем, и многочисленные измерения длины градусной дуги меридиана и длины маятника, пример которых подавала Франция, послав членов своей Академии на север, на экватор и в южное полушарие. Произведенное с большой точностью измерение длины дуги меридиана между Дюнкерком и Барселоной было положено в основу наиболее простой и естественной метрической системы мер. Были предприняты многочисленные экспедиции для исследования различных частей земного шара и для наблюдений прохождения Венеры через диск Солнца. Результатом этих путешествий стало точное определение размеров Солнечной системы. Мы должны указать на открытие Гершелем планеты Уран и его спутников, а также двух новых спутников Сатурна. Наконец, мы должны прибавить к этим открытиям изобретение такого замечательного и полезного на море прибора, как секстанта, астрономического телескопа, меридианного круга, пассажного инструмента и хронометра. Мы можем быть удовлетворены, что с точки зрения прогресса человеческого ума прошедший век достоин предшествующего. Век, в который мы только вступили, начался с очень обещающих астрономических предзнаменований. Его первый день был отмечен открытием планеты Церера. Вскоре последовало открытие планеты Паллада, с почти тем же средним расстоянием до Солнца. Близость Юпитера к этим двум, ничтожно малым телам, большая величина эксцентриситета и наклона их переплетающихся орбит, должны привести к значительным неравенствам в их движении, которые прольют новый свет на теорию всемирного тяготения и послужат для дальнейшего ее усовершенствования.

Главным образом, благодаря применению математического анализа к системе мира, мы поняли все могущество этого замечательного инструмента, без которого невозможно было бы раскрыть механизм столь сложный по своим действиям, но столь простой по своим причинам.

В свои формулы математик теперь включает всю планетную систему, ее последовательные изменения. Он может мысленно оглядываться на различные состояния, через которые эта система прошла в наиболее удаленные от нас века, и может предсказать, что в грядущем развернется перед наблюдателем. Он видит эту величественную картину, охватывающую несколько миллионов лет, повторенную благодаря быстрой обращения за несколько веков в системе спутников Юпитера и воспроизводящую замечательные явления, подобные тем, которые давно подозревались астрономами в движении планет, но которые были слишком сложны и замедленны для того, чтобы установить их точные законы. Теория тяготения благодаря многим приложениям стала средством открытий, столь же верных, как сами наблюдения. Теория обнаружила ряд новых неравенств в движении небесных тел и позволила предсказать возвращение кометы 1759 года, обращения которой благодаря притяжению Юпитера и Сатурна очень нерегулярны. Таким путем математик может извлечь из наблюдений, как из богатого рудника, большое число ценных и тонких данных, которые без анализа были бы навсегда скрыты. Таковы относительные значения масс Солнца, планет и спутников, определенные по обращению этих тел, их периодическим и вековым неравенствам; скорость света и эллипсоидальность Юпитера, которую можно определить по затмениям его спутников точнее, чем прямыми наблюдениями; период вращения и сплюснутость Урана и Сатурна, вычисленные из предположения о том, что тела, обращающиеся вокруг этих планет, находятся соответственно в одной плоскости, следует еще назвать параллаксы Солнца и Луны, а также фигуру самой Земли, определенную по некоторым неравенствам Луны. Мы увидим в дальнейшем, что движение Луны, по мере усовершенствования астрономии, указывает на малую эллиптичность сфероида Земли, округлость которой стала известна первым астрономам по затмению этого светила.

Наконец, благодаря счастливому сочетанию расчета и наблюдений, то светило, которое придано Земле с тем, чтобы освещать его ночью, стало также вернейшим проводником для мореплавателя, защищающим от опасностей, вечно его подстерегавших из-за ошибок при определении места на море. Совершенствование теории и таблиц Луны,

которым мореплаватель обязан точности определения места, есть плод деятельности математиков и астрономов за последние полвека. В них объединено все то, что придает ценность открытиям, величие и полезность цели, плодотворность приложениям и достоинство преодоленным трудностям. Именно таким путем наиболее абстрактные теории, применение которых рассеяно по многочисленным явлениям природы и инженерного искусства, стали неиссякаемым источником удобства и радости даже для тех, кто с ними совершенно незнаком.

Лаплас П. Небесная механика. Предисловие к III тому
// Жизнь науки. Антология вступлений к классике
естествознания. — М.: Наука, 1973. — С.134–138.

Саді Карно

Карно Саді (1796–1832) – відомий французький фізик і інженер, один із засновників термодинаміки. Після блискучого закінчення ліцею за порадою батька було вирішено продовжувати навчання Саді в Політехнічній школі, найкращому навчальному закладі Франції того часу, в якому в різні роки навчалися багато прославлених діячів науки. Потім він відправився у м. Мец для продовження освіти. Після цього понад два роки він перебував на військовій службі і потім повернувся до Парижа, де продовжував займатися науковою працею. У 1824 р. була видана перша і єдина праця двадцятивосьмирічного офіцера Саді Карно, яка обезсмертила його ім'я – “Міркування про рушійну силу вогню і про машини, здатні розвивати цю силу”.



Ця праця була, власне кажучи, першим серйозним теоретичним дослідженням принципів роботи теплових машин. Хоча він на той час користувався вже уявленнями, які відкидалися багатьма фізиками, про теплород, приплив якого викликає нагрівання, а відтік – охолодження речовини, йому, проте, вдалося відкрити цілий ряд істотно важливих положень, що відіграють визначальну роль у роботі цих машин. При цьому він уперше ввів коефіцієнт корисної дії теплової машини і спробував пов'язати його з температурою нагрівача і охолоджувача, що, правда, безуспішно, тому що на той час ще не була відома абсолютна шкала температур.

У 1832 р. тридцятишестирічний Саді Карно став жертвою холери. За існуючими тоді правилами, все його майно, у тому числі і всі папери, було спалено. Єдина випадково уціліла записна книжка дозволяє зрозуміти, наскільки велика ця втрата. У цій книжці, крім іншого, наводилось одне з найважливіших положень термодинаміки (“перше начало”), тобто закон збереження енергії.

Ми тут наводимо початок основного мемуара С. Карно.

С. Карно. Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу (1824)

Никто не сомневается, что теплота может быть причиной движения, что она даже обладает большой двигательной силой: паровые

машины, ныне столь распространенные, являются этому очевидным доказательством.

Теплоте должны быть приписаны те колоссальные движения, которые поражают наш взгляд на земной поверхности; она вызывает движение атмосферы, поднятие облаков, падение дождя и других осадков, заставляет течь потоки воды на поверхности земного шара, незначительную часть которых человек сумел применить в свою пользу; наконец, землетрясения, вулканические извержения также имеют причиной теплоту.

Из этих огромных резервуаров мы можем создавать движущую силу, нужную для наших потребностей; природа, повсюду предоставляя горючий материал, дала нам возможность всегда и везде получать теплоту и сопровождающую ее движущую силу. Развивать эту силу и приспособлять ее для наших нужд – такова цель тепловых машин.

Изучение этих машин чрезвычайно интересно, так как их значение весьма велико, и их распространение растет с каждым днем. Повидимому, им суждено сделать большой переворот в цивилизованном мире. Тепловая машина уже обслуживает наши шахты, двигает наши корабли, углубляет гавани и реки, кует железо, обрабатывает дерево, мелет зерно, ткет и прядет наши ткани, переносит самые тяжелые грузы и т. д. Со временем, должно быть, она станет универсальным двигателем, который получит преимущество над силой животных, падающей воды и потоков воздуха. Перед первыми двигателями она имеет то преимущество, что экономнее их, перед двумя остальными – неоцененное преимущество, что может работать всегда и везде и никогда не прерывать своей работы.

Если когда-нибудь улучшения тепловой машины пойдут настолько далеко, что сделают дешевой ее установку и использование, то она соединит в себе все желательные качества и будет играть в промышленности такую роль, всю важность которой трудно предвидеть. Она не только заменит имеющиеся теперь двигатели удобным и мощным двигателем, который можно повсюду перенести и поставить, но и даст тем производствам, к которым будет применена, быстрое развитие и может даже создать новые производства.

Наибольшая услуга, оказанная тепловой машиной Англии, – возрождение деятельности угольных копей, грозивших совсем заглухнуть, вследствие все возрастающей трудности откачивать воду и поднимать уголь. Во вторую очередь надо поставить услугу, оказанную производству железа, как благодаря широкой замене дров углем как раз в тот момент, когда естественные запасы древесного топлива подходили к концу, так и благодаря машинам всякого рода, применение которых позволила или облегчила тепловая машина.

Железом и огнем, как известно, питаются и поддерживаются механические производства. В Англии, может быть, не существует ни одного промышленного предприятия, существование которого не было бы основано на употреблении этих двух агентов и их широком использовании. Отнять у Англии в настоящее время ее паровые машины – означало бы разом отнять у нее и железо и уголь, отнять у нее все источники богатства, уничтожить все средства к процветанию; это означало бы уничтожить всю ее великую мощь. Уничтожение флота, который она считает своей главной опорой, было бы для нее менее губительным.

Надежное плавание паровых кораблей можно рассматривать, как совершенно новое искусство, обязанное тепловой машине. Тепловая машина позволила установить регулярное и быстрое сообщение через морские проливы и по большим рекам Старого и Нового Света. Она позволила пройти через дикие страны, куда еще недавно можно было едва проникнуть, позволила принести плоды цивилизации в такие точки земного шара, где их иначе пришлось бы ждать еще долгие годы. Плавание с помощью тепловых машин сближает в некотором роде наиболее отдаленные нации. Паровая машина связывает народы земли, как если бы они все жили в одном и том же месте. В самом деле, уменьшить продолжительность, утомительность, ненадежность и опасности путешествий – разве это не значит уменьшить расстояние?

Тепловая машина, как и большинство человеческих изобретений, родилась из ряда попыток, приписываемых различным людям; истинный же автор остается неизвестным. Но не в этих попытках заключается существенная часть открытия, а в последовательных усовершенствованиях, приведших тепловую машину к ее современному виду. Приблизительно такое же расстояние отделяет первый прибор, использовавший

силу расширения пара, от современной машины, какое отделяет первый плот, построенный людьми, от многопалубного корабля.

Если честь открытия должна принадлежать той нации, в которой оно получило рост и развитие, то здесь в этой части нельзя отказать Англии: Савери, Ньюкомен, Смитсон, знаменитый Уатт, Вулф, Треветик и некоторые другие английские инженеры являются истинными создателями тепловой машины; в их руках она прошла через все последовательные ступени усовершенствований. Естественно, что изобретение появляется и особенно развивается там, где в нем имеется наибольшая потребность.

Несмотря на работы всякого рода, предпринятые относительно паровых машин, несмотря на удовлетворительное состояние, в которое они теперь приведены, их теория весьма мало продвинута и попытки их улучшить почти всегда руководились случаем.

Часто поднимали вопрос: ограничена или бесконечна движущая сила тепла, существует ли определенная граница для возможных улучшений, граница, которую природа вещей мешает перешагнуть каким бы то ни было способом,— или, напротив, возможны безграничные улучшения? Также долгое время искали и ищут теперь, не существует ли агентов, более предпочтительных, чем водяной пар, для развития движущей силы огня; не представляет ли, например, атмосферный воздух в этом отношении больших преимуществ. Мы ставим себе задачу подвергнуть здесь эти вопросы внимательному рассмотрению.

Явление получения движения из тепла не было рассмотрено с достаточно общей точки зрения. Его исследовали только в машинах, природа и образ действия которых не позволяли дать ему того полного развития, на которое оно способно. У подобных машин это явление сказывается в искаженном и неполном виде; поэтому трудно узнать его основы и изучить его законы.

Чтобы рассмотреть принцип получения движения из тепла во всей его полноте, надо его изучить независимо от какого-либо механизма, какого-либо определенного агента; надо провести рассуждения, приложимые не только к паровым машинам, но и ко всем мыслимым тепловым машинам, каково бы ни было рабочее вещество и каким бы образом на него ни производилось действие.

Машины, не получающие движения от тепла, а имеющие двигателем силу человека или животных, падение воды, поток воздуха и т. д., могут быть изучены до самых мелких деталей посредством теоретической механики. Все случаи предвидимы, все возможные движения подведены под общие принципы, прочно установленные и приложимые при всех обстоятельствах. Это – характерное свойство полной теории. Подобная теория, очевидно, отсутствует для тепловых машин. Ее нельзя получить, пока законы физики не будут достаточно расширены и достаточно обобщены, чтобы наперед можно было предвидеть результаты определенного воздействия теплоты на любое тело.

Мы будем в последующем предполагать знание, хотя бы приблизительное, различных частей, составляющих обычную паровую машину. Поэтому мы считаем излишним объяснять, что такое топка, паровой котел, паровой цилиндр, поршень, холодильник и т. д.

Получение движения в паровых машинах всегда сопровождается одним обстоятельством, на которое мы должны обратить внимание. Это обстоятельство есть восстановление равновесия теплорода, т. е. переход теплорода от тела, температура которого более или менее высока, к другому, где она ниже. В самом деле, что происходит в паровой машине, находящейся в действии? Теплород, полученный в топке благодаря горению, проходит через стенки котла, приводит к образованию пара и с ним как бы соединяется. Пар увлекает его с собой, несет сперва в цилиндр, где он выполняет некоторую службу, и оттуда в холодильник, где, соприкасаясь с холодной водой, пар сжижается. Холодная вода холодильника поглощает в конечном счете теплород, полученный сгоранием. Она согревается действием пара, как если бы была поставлена непосредственно на топку. Пар здесь только средство переноса теплорода; он выполняет ту же роль, что и при отоплении бань паром, с той только разницей, что здесь его движение становится полезным.

В процессах, которые мы описали, легко узнать восстановление равновесия теплорода, его переход от тела более или менее нагретого к телу более холодному. Первое из этих тел – сожженный в топке воздух, второе – вода холодильника. Восстановление равновесия теплорода происходит между ними, если не полностью, то во всяком случае отчасти, так как, с одной стороны, сожженный воздух, выполнив свою

роль, побыв в соприкосновении с котлом, уйдет в трубу с температурой более низкой, чем та, которую он получил при сгорании, и, с другой стороны, вода холодильника, оживив пар, удалится из машины с температурой более высокой, чем она имела первоначально.

Возникновение движущей силы обязано в паровых машинах не действительной трате теплорода, а *его переходу от горячего тела к холодному*, т. е. восстановлению его равновесия – равновесия, которое было нарушено некоторой причиной, будь то химическое воздействие, как горение, или что-нибудь иное. Мы увидим, что этот принцип приложим ко всем машинам, приводимым в движение теплотой...

Карно С. Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу // Жизнь науки. Антология вступлений к классике естествознания. – М.: Наука, 1973. – С. 161–165.

Микола Лобачевський

Лобачевський Микола Іванович (1792–1856) – видатний російський математик, творець неевклідової геометрії (геометрії Лобачевського). Народився в небагатій родині дрібного службовця. Майже все його життя пов'язане з Казанським університетом, до якого він вступив після закінчення гімназії в 1807 р. Після закінчення університету в 1811 став математиком, у 1814 – ад'юнктом, у 1816 – екстраординарним і в 1822 – ординарним професором. Двічі (1820–1822 і 1823–1825 рр.) був деканом фізико-математичного факультету, а з 1827 по 1846 – ректором університету. За Лобачевського Казанський університет досяг розквіту. Відкриття Лобачевського (1826 р., опубліковане в 1829–1830), що не одержало визнання сучасників, зробило переворот в уявленні про природу простору (в основі якого більше двох тисяч років лежало вчення Евкліда) і вплинуло на розвиток математичного мислення. Лобачевському також належать праці з алгебри, математичного аналізу, теорії ймовірностей, механіки, фізики та астрономії.



Ми наводимо вступ до першої роботи Лобачевського “О началах геометрии”, опублікованої у Віснику Казанського університету.

Н. И. Лобачевский. О началах геометрии (1829)

Кажется, трудность понятий увеличивается по мере их приближения к начальным истинам в природе; так же как она возрастает в другом направлении, к той границе, куда стремится ум за новыми познаниями. Вот почему трудности в Геометрии должны принадлежать, во-первых, самому предмету. Далее, средства, к которым надобно прибегнуть, чтобы достигнуть здесь последней строгости, едва ли могут отвечать цели и простоте сего учения. Те, которые хотели удовлетворить сим требованиям, заключили себя в такой тесный круг, что все усилия их не могли быть вознаграждены успехом. Наконец, скажем и то, что со времени Ньютона и Декарта, вся Математика, сделавшись Аналитикой,

пошла столь быстрыми шагами вперед, что оставила далеко за собой то учение, без которого могла уже обходиться и которое с тем вместе перестало обращать на себя внимание, какое прежде заслуживало. Эвклидовы начала, таким образом, несмотря на глубокую древность их, несмотря на все блистательные успехи наши в Математике, сохранили до сих пор первобытные свои недостатки.

В самом деле, кто не согласится, что никакая Математическая наука не должна бы начинаться с таких темных понятий, с каких, повторяя Эвклида, начинаем мы Геометрию, и что нигде в Математике нельзя терпеть такого недостатка строгости, какой принуждены были допустить в теории параллельных линий. Правда, что против ложных заключений от неясности первых и общих понятий в Геометрии предостерегает нас представление самых предметов в нашем воображении, а в справедливости принятых истин без доказательства убеждаемся простотою их и опытом, например, астрономическими наблюдениями; однако ж, все это несколько не может удовлетворить ум, приученный к строгому суждению. К тому и не вправе пренебрегать решением вопроса, покуда оно неизвестно и покуда не знаем, не послужит ли оно еще к чему другому.

Здесь намерен я изъяснить, каким образом думаю пополнить такие пропуски в Геометрии. Изложение всех моих исследований в надлежащей связи потребовало бы слишком много места и представления совершенно в новом виде всей науки. О прочих недостатках Геометрии, менее важных по затруднению, не почитаю нужным говорить подробно. Ограничусь одним только замечанием, что они относятся к способу преподавания. Никто не помышляет отделить то, что исключительно принадлежит Геометрии, от того, где наука сия становится уже другою, т. е. Аналитикой.

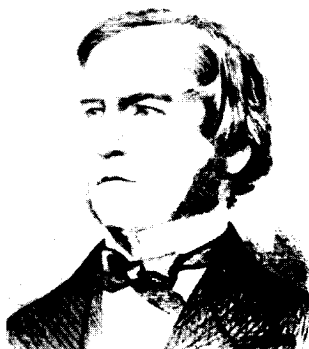
Первые понятия, с которых начинается какая-нибудь наука, должны быть ясны и приведены к самому меньшему числу. Тогда только они могут служить прочным и достаточным основанием учения. Такие понятия приобретаются чувствами; врожденным – не должно верить.

Ничего не может быть проще того понятия, которое служит основанием Арифметике. Мы познаем легко, что всё в природе подлежит измерению, все может быть сосчитано. Не таковы положения

Механики: человек с помощью одних ежедневных своих опытов не мог бы прийти к ним. Вечность и одинаковость раз сообщенного движения, где скорость служит мерою одного и массы различных тел – такого рода истины, которые требовали времени, пособия других познаний и ожидали гения...

Лобачевский Н. И. О началах геометрии // Жизнь науки. Антология вступлений к классике естествознания. – М.: Наука, 1973. – С. 454–455.

Джордж Буль



Буль Джордж (1815–1864) – видатний англійський математик і логік. Не маючи спеціальної математичної освіти, у 1849 став професором математики в Куїнс-коледжі в Кірку (Ірландія), де викладав до кінця життя. Буля майже рівною мірою цікавили логіка, математичний аналіз, теорія ймовірностей, етика Б. Спінози, філософські роботи Аристотеля і Цицерона. У роботах “Математичний аналіз логіки” (1847), “Логічне числення” (1848), “Дослідження законів мислення” (1854) Буль заклав основи математичної логіки. Ім’ям Буля названі так звані

“булеві алгебри” – особливі алгебраїчні системи, для елементів яких визначені дві операції.

Ми тут наводимо передмову до книги “Математичний аналіз логіки”, яка стала передумовою іншого знаменитого тепер твору Буля – “Про закони мислення”.

Дж. Буль. Математический анализ логики (1847)

Предисловие

Представляя это сочинение вниманию читателей, я считаю не лишним заметить, что соображения, подобные тем, которые в нем изложены, занимали мои мысли в различные времена. Весной этого года мое внимание к этому вопросу было привлечено сэром В. Гамильтоном и профессором де Морганом. Я был вдохновлен тем интересом, который они возбудили во мне, и возобновил почти забытую цепь ранее проведенных исследований. Мне казалось, что хотя логика и может рассматриваться по отношению к понятию количества, в ней также содержится другая и более глубокая система взаимоотношений. Если законно рассматривать логику *извне*, через ее связь посредством числа с понятиями пространства и времени, то также законно рассматривать ее *изнутри*, на основе понятий другого порядка, которые находят свое место в строении ума. В представленном трактате содержатся следствия этих воззрений и исследований, которые они подсказали.

Обычно не принято автору указывать на то, как следует судить его труд. Есть, однако, два условия, которые я осмелюсь поставить перед теми, кто предпримет оценку данной работы. Во-первых, никакие предвзятые представления о невозможности цели этой работы не должны мешать искренности и беспристрастности исследования того, что требует истина. Во-вторых, суждение о системе в целом не должно быть основано на рассмотрении только ее части, или на согласии с уже принятой системой, полагаемой за общепринятую, и истинность которой не подлежит пересмотру. Именно в общих теоремах, содержащихся в наиболее полном виде в последних главах этого сочинения, — которым нет по существу ничего подобного, — утверждается сущность метода анализа дедуктивного мышления.

У меня нет ни желания, ни права предсказывать конечную оценку значимости этой системы. Оценка теории определяется не только ее правильностью. Она также зависит от важности предмета и области применений. За пределами этого должно быть еще место свободным суждениям человека. Если бы польза от математических формул для науки логики была лишь вопросом обозначений, я был бы удовлетворен тем, чтобы положиться на защиту этого подхода, сформулированную ныне живущим способным автором: “Во всех случаях, когда природа вопроса допускает безопасное проведение процесса мышления механически, следует построить язык по возможности опирающимся на механические принципы. В противном случае язык следует строить так, чтобы возникали все возможные препятствия к его механическому использованию”. В одном смысле наука логики отличается от всех других наук. Совершенство ее метода в основном ценно как свидетельство мысленной истинности ее принципов. Превзойти ее путем использования здравого смысла или же подвергать ее испытаниям в техническом совершенстве было бы последним желанием того, кто знает цену того умственного труда и той борьбы, которые придают уму атлетическую силу и учат его бороться с трудностями и полагаться на себя в минуты тревоги.

Линкольн, 29 октября 1847 г.

Буль Дэс. Математический анализ логики // Жизнь науки. Антология вступлений к классике естествознания. — М.: Наука, 1973. — С. 458–459.

Чарльз Дарвін



Дарвін Чарльз Роберт (1809–1882) – видатний англійський натураліст, творець дарвінізму – вчення про еволюцію, один із творців сучасної геології. В основній своїй праці “Походження видів шляхом природного відбору” (1859), узагальнивши результати власних спостережень (плавання на судні “Бігль”, 1831–1836) і досягнення сучасної йому біології і селекційної практики, розкрив основні фактори еволюції органічного світу. У праці “Змінення домашніх тварин і культурних рослин” (т. 1–2, 1868) виклав додатковий фактичний матеріал до основної праці. У кн. “Походження людини і статевий відбір” (1871) обґрунтував гіпотезу по-

ходження людини від мавпоподібного предка. Йому належать також роботи з геології, ботаніки та зоології.

Тут ми наводимо у відредагованому М. І. Вавіловим перекладі К. А. Тімірязєва передмову до першого видання “Походження видів”.

Ч. Дарвин. Происхождение видов путем естественного отбора или сохранения благоприятных пород в борьбе за жизнь (1859)

“Но по отношению к материальному миру мы можем допустить, по крайней мере, следующее: мы можем видеть, что явления вызываются не отдельными вмешательствами божественной силы, оказывающей свое влияние в каждом отдельном случае, но установлением общих законов”

Узвелль: Бриджутерский трактат.

“Единственное определенное значение слова “естественный” – это установленный, фиксированный или упорядоченный; ибо не есть ли естественное то, что требует или предполагает разумного агента, который делает его таковым, т. е.

осуществляется им постоянно или в установленное время, точно так же, как сверхъестественное или чудесное – то, что осуществляется им только однажды”

Батлер: Аналогия религии откровения

“Заключаем поэтому, что ни один человек, ошибочно переоценивая здравый смысл или неправильно понимая умеренность, не должен думать или утверждать, что человек может зайти слишком глубоко в своем исследовании или в изучении книги слова божия или книги, творений божьих, богословия или философии; но пусть люди больше стремятся к бесконечному совершенствованию или успехам в том и другом.”

Бэкон: Прогресс науки.

Предисловие

Путешествуя на “Бигле” в качестве натуралиста, я был поражен некоторыми фактами в распределении органических существ в Южной Америке и геологическими отношениями между прежними и современными обитателями этого континента. Факты эти, как будет видно из последних глав этой книги, казалось, бросали некоторый свет на происхождение видов – эту тайну из тайн, по словам одного из наших величайших ученых. Возвратясь домой в 1837 г., я напал на мысль, что чего-нибудь можно, пожалуй, достигнуть в смысле разрешения этого вопроса путем терпеливого собирания и обдумывания различных фактов, имеющих какое-нибудь к нему отношение. После пяти лет труда я позволил себе некоторые общие соображения по этому предмету и набросал их в виде кратких заметок; этот набросок разросся в 1844 г. в общий очерк тех заключений, которые в то время представлялись мне вероятными; с той поры и до настоящего дня я упорно занимался этим предметом. Я надеюсь, мне простят эти чисто личные подробности, так как я привожу их затем только, чтобы показать, что не был поспешен в своих выводах. Труд мой теперь (1859 г.) почти закончен; но так как мне потребуется еще несколько лет для его окончательной отработки, а здоровье мое далеко не цветущее, меня убедили издать это “Извлечение”. Особенно побуждает меня к этому то обстоятельство, что м-р Уоллес,

изучающий теперь естественную историю Малайского архипелага, по вопросу о происхождении видов пришел к выводам, совершенно сходным с теми, к которым пришел и я. В 1858 г. он прислал мне статью, посвященную этому предмету, прося переслать ее сэру Чарльзу Лайелю, который препроводил ее в Линнеевское общество (она напечатана в третьем томе журнала этого общества). Сэр Чарльз Лайель и д-р Гукер, знавшие о моем труде, — последний читал мой очерк 1844 г., — оказали мне честь, посоветовав напечатать вместе с превосходной статьей м-ра Уоллеса и краткие выдержки из моей рукописи.

Издаваемое теперь “Извлечение” по необходимости несовершенно. Я не мог приводить здесь ссылок или указывать на авторитеты в подкрепление того или другого положения; надеюсь, что читатель положится на мою аккуратность. Без сомнения, в мой труд вкрались ошибки, хотя я постоянно заботился о том, чтобы доверяться только хорошим авторитетам. Я могу изложить здесь только те общие замечания, к которым пришел, иллюстрируя их только несколькими фактами; но надеюсь, что в большинстве случаев их будет достаточно. Никто более меня не сознает необходимости представить позднее во всей подробности факты и ссылки в подкрепление моих выводов, и я надеюсь это исполнить в будущем моем труде. Я очень хорошо знаю, что нет почти ни одного Положения в этой книге, по отношению к которому нельзя было бы предъявить фактов, приводящих к заключениям, по-видимому, прямо противоположным тем, к которым прихожу я. Точный вывод может быть получен только после полного изложения фактов и оценки аргументов, склоняющих в ту или другую сторону, а этого, конечно, здесь нельзя ожидать.

Очень сожалею, что недостаток места лишает меня нравственного удовлетворения — выразить свою благодарность за великодушное содействие, оказанное мне многими натуралистами, по большей части даже мне лично незнакомыми. Но я не могу упустить этого случая, не высказав, как много я обязан д-ру Гукеру, за последние пятнадцать лет помогавшему мне всеми возможными способами благодаря своим обширным знаниям и ясному суждению.

Что касается вопросов о происхождении видов, то вполне мыслимо, что натуралист, размышляющий о взаимном средстве между

органическими существами, об их эмбриологических отношениях, их географическом распределении, геологической последовательности и других подобных фактах, мог бы прийти к заключению, что виды не были созданы независимо один от другого, но произошли, подобно разновидностям, от других видов. Тем не менее, подобное заключение, хотя бы даже хорошо обоснованное, было бы неудовлетворительно, пока не было бы показано, почему бесчисленные виды, населяющие этот мир, изменялись таким именно образом, что получалось то совершенство строения и приспособления, которое справедливо вызывает наше изумление. Натуралисты постоянно ссылаются на влияние внешних условий, какими являются климат, пища и т. д., как на единственную причину изменчивости. В известном, ограниченном смысле, как будет показано далее, это, может быть, и верно; но было бы просто нелепо приписывать одному влиянию внешних условий организацию, например, дятла с его ногами, хвостом, клювом и языком, так паразитически приспособленными к ловле насекомых под корой деревьев. Также и относительно омелы, черпающей свою пищу из стеблей некоторых деревьев, с семенами, разносимыми определенными птицами, с раздельнополыми цветами, безусловно нуждающимися в содействии неизвестных насекомых для переноса пыльцы с одного цветка на другой, было бы нелепо объяснять себе строение этого паразита и его связи с различными группами органических существ действием внешних условий, привычкой или актом воли самого растения.

Следовательно, в высшей степени важно получить ясное представление о способах изменения и приспособления организмов. В начале моих исследований мне представлялось вероятным, что тщательное изучение домашних животных и возделываемых растений доставило бы лучшее средство для того, чтобы разобраться в этом темном вопросе. И я не ошибся; как в этом, так и во всех других запутанных случаях я всегда находил, что наши сведения об изменениях домашних пород, несмотря на их неполноту, всегда служат лучшим и самым верным ключом. Могу по этому поводу высказать свое убеждение в особенной ценности подобного изучения, несмотря на то пренебрежение, в котором оно обыкновенно находилось у натуралистов.

На основании этих соображений я посвящаю первую главу этого “Извлечения” изменчивости в прирученном состоянии. Мы, таким образом, убедимся, что передаваемые по наследству изменения возможны в широких размерах, а также узнаем, — что, может быть, еще существеннее, — как велико могущество человека по отношению к накоплению последующих слабых изменений путем отбора. Затем я перейду к изучению изменчивости видов в состоянии естественном; но, к сожалению, я буду вынужден коснуться этого предмета только в самых кратких чертах, так как надлежащее его изложение потребовало бы длинных перечней фактов. Мы будем, однако, в состоянии обсудить, какие условия особенно благоприятствуют изменчивости. В следующей главе будет подвергнута обсуждению борьба за существование, проявляющаяся между всеми органическими существами во всем мире и неизбежно вытекающая из геометрической прогрессии их размножения. Это — учение Мальтуса, распространенное на оба царства: животных и растений. Так как рождается гораздо более особей каждого вида, чем их может выжить, и так как на основании этого постоянно возникает борьба за существование, то из этого вытекает, что всякое существо, которое хотя незначительно изменится в направлении, для него выгодном по отношению к сложным и нередко меняющимся условиям его существования, будет представлять более шансов на сохранение и, таким образом, подвергнется естественному отбору. В силу начала наследственности отобранная разновидность будет стремиться к размножению своей новой измененной формы.

Этот основной предмет — теория естественного отбора — будет подробно развит в четвертой главе; мы тогда увидим, каким образом естественный отбор почти неизбежно имеет своим последствием вымирание менее совершенных форм жизни и приводит к тому, что я назвал расхождением признаков. В следующей главе я подвергну обсуждению сложные и мало известные законы изменчивости. В последующих пяти главах будут разобраны наиболее бросающиеся в глаза и самые существенные затруднения, встречаемые теорией, а именно: во-первых, затруднительность перехода, т. е. превращения простого существа или простого органа в высокоорганизованное существо или в сложно построенный орган; во-вторых, вопрос об инстинкте

или умственных способностях животных; в-третьих, гибридизм или бесплодие при скрещивании видов и плодовитость при скрещивании между разновидностями; в-четвертых, несовершенство геологической летописи. В следующей затем главе я рассмотрю геологическую последовательность органических существ во времени; в двенадцатой и тринадцатой – их географическое распространение; в четырнадцатой – их классификацию и взаимное сродство во взрослом и зачаточном состоянии. В последней главе я представлю краткое повторение изложенного во всем труде и несколько заключительных замечаний.

Никто не должен удивляться тому, что многое, касающееся происхождения видов, остается еще необъясненным, если только отдавать себе отчет в глубоком неведении, в котором мы находимся по отношению к взаимной связи бесчисленных живых существ, нас окружающих. Кто объяснит, почему один вид широко распространен и представлен многочисленными особями, а другой мало распространен и редок? И тем не менее, эти отношения крайне важны, так как они определяют современное благосостояние и, как я полагаю, будущий успех и дальнейшее изменение каждого обитателя этого мира. Еще менее знаем мы о взаимных отношениях бесчисленных обитателей нашей планеты в течение прошлых геологических эпох ее истории. Хотя многое еще темно и надолго останется темным, но в результате самого тщательного изучения и беспристрастного обсуждения, на какое я только способен, я нимало не сомневаюсь, что воззрение, до недавнего времени разделявшееся большинством натуралистов и бывшее также и моим, а именно, что каждый вид был создан независимо от остальных, что это воззрение неверно. Я вполне убежден, что виды изменчивы и что все виды, принадлежащие к одному роду, непосредственные потомки одного какого-нибудь, большей частью вымершего вида, точно так же как признанные разновидности одного какого-нибудь вида считаются потомками этого вида. И далее, я убежден, что естественный отбор был самым важным, хотя и не единственным фактором, которым было осуществлено это изменение.

Даун, Бромли (Бекенгэм), Кент, 1 октября 1859 г.

Дарвин Ч. Происхождение видов // Жизнь науки. Антология вступлений к классике естествознания. – М.: Наука, 1973. – С. 298–301.

Грегор Мендель



Мендель Грегор Йоганн (1822–1884) – австрійський натураліст, чернець, основоположник вчення про спадковість (менделізм). Батьки його були селянами. Мендель спочатку навчався в університеті в Оломоуці, однак через брак коштів його не закінчив. Він став послушником августинського монастиря в Брно, займався богослов'ям і незабаром став помічником викладача гімназії, але відсутність диплома заважала його просуванню. Два семестри Мендель провів у Відні, вивчаючи математику і фізику. Велику частину життя він провів у Брно, де в 1868 р. став настоятелем монастиря. Саме там, у дворі монастиря, в маленькому саду, будучи

талановитим садоводом, він проводив свої досліді, які привели до відкриття законів спадковості – перших кількісних статистичних законів у біології. Вперше застосувавши статистичні методи для аналізу результатів з гібридизації сортів гороху (1856–1863), він і сформулював закономірності спадковості (знамениті закони Менделя).

Ми наводимо тут введення до основної роботи Менделя “Досліді над рослинними гібридами”.

Г. Мендель. Опыты над растительными гибридами (1866)

Введение

Поводом к постановке обсуждаемых здесь опытов послужили искусственные оплодотворения, произведенные у декоративных растений с целью получить новые разновидности по окраске. Поразительная закономерность, с которой всегда повторялись одни и те же гибридные формы при оплодотворении между двумя одинаковыми видами, дала толчок к дальнейшим опытам, задачей которых было проследить развитие гибридов в их потомках.

С неутомимым рвением этой задаче посвятили часть своей жизни такие тщательные наблюдатели, как Кёльрейтер, Гертнер, Герберт,

Леккок, Вихура и др. В особенности Гертнер в своем сочинении “Получение бастардов в растительном царстве” изложил очень ценные наблюдения. Вихура же недавно опубликовал основательные исследования над бастардами у ив. Если до сих пор не удалось установить всеобщего закона образования и развития гибридов, то это не удивит того, кто знает объем задачи и может оценить трудности, которые приходится преодолевать в такого рода опытах. Окончательное решение этого вопроса может быть достигнуто только тогда, когда будут произведены *детальные опыты* в различнейших растительных семействах. Кто пересмотрит работы в этой области, тот убедится, что среди многочисленных опытов ни один не был произведен в том объеме и таким образом, чтобы можно было определить число различных форм, в которых появляются потомки гибридов, с достоверностью распределить эти формы по отдельным поколениям и установить их взаимные численные отношения. Надо было обладать известным мужеством, чтобы предпринять такую обширную работу; однако это представляется единственным путем для достижения окончательного решения вопроса, имеющего немаловажное значение для истории развития органических форм.

Настоящая статья представляет попытку такого детального опыта. Соответственно этому последний был ограничен маленькой растительной группой и ныне, по истечении восьми лет, в основном закончен. Соответствует ли план, по которому расположены и проведены отдельные опыты, поставленной задаче — пусть решает благосклонная критика.

Мендель Г. И. Опыты над растительными гибридами // Жизнь науки. Антология вступлений к классике естествознания. — М.: Наука, 1973. — С. 303–304.

Анрі Пуанкаре



Пуанкаре (Poincaré) Жюль Анрі (1854–1912) – видатний французький математик, фізик, філософ і теоретик науки. Народився 29 квітня 1854 року в містечку Сіте-Дюкаль поблизу Нансі (Лотарингія, Франція). Добра домашня підготовка дозволила Анрі у вісім з половиною років вступити відразу на другий рік навчання в ліцеї. У 1871 року Пуанкаре одержує ступінь бакалавра словесності, а в жовтні 1873 року стає студентом Політехнічної школи в Парижі. Далі він вступає до Гірської школи, найбільш авторитетного на той час спеціального вищого навчального закладу. Там він через кілька років

захищає докторську дисертацію, після чого починає викладацьку діяльність у Кане (Нормандія) і паралельно пише свої перші серйозні статті з математики. У жовтні 1881 року Пуанкаре приймає запрошення обійняти посаду викладача на Факультеті наук у Паризькому університеті. З осені 1886 року він очолює кафедру математичної фізики і теорії ймовірностей цього університету, а в січні 1887 року його обирають членом французької Академії наук. У Парижі він пише свої фундаментальні роботи з диференціальних рівнянь, небесної механіки, топології.

У 1887 році, коли король Швеції Оскар II організував математичний конкурс і запропонував учасникам розрахувати рух гравітуючих тіл Сонячної системи, Пуанкаре показав, що ця задача (так звана задача трьох тіл) не має завершеного математичного рішення. У 1889 році виходить фундаментальний “Курс математичної фізики” Пуанкаре в 10 томах, а в 1906 році він стає президентом французької Академії наук.

Пуанкаре помер 17 липня 1912 року в Парижі після невдалої операції. Його математична діяльність носила міждисциплінарний характер, завдяки чому за тридцять з невеликим років своєї напруженої творчої діяльності він залишив фундаментальні праці практично у всіх областях математики. На противагу логіцизму і формалізму у філософії математики, він вважав, що в основі діяльності математика лежить інтуїція, а сама наука не допускає повного аналітичного обґрунтування.

Ми наводимо тут фрагмент із його статті 1891 року, присвяченої виправданню неевклідових геометрій і аналізу їхнього статусу в сучасній математиці.

H. Poincaré. Les géométries non euclidiennes (1891)

Toute conclusion suppose des prémisses; ces prémisses elles-mêmes ou bien sont évidentes par elles-mêmes et n'ont pas besoin de démonstration, ou bien ne peuvent être établies qu'en s'appuyant sur d'autres propositions, et comme on ne saurait remonter ainsi à l'infini, toute science déductive, et en particulier la géométrie, doit reposer sur un certain nombre d'axiomes indémontrables. Tous les traités de géométrie débutent donc par l'énoncé de ces axiomes. Mais il y a entre eux une distinction à faire: quelques-uns, comme celui-ci par exemple: "deux quantités égales à une même troisième sont égales entre elles", ne sont pas des propositions de géométrie, mais des propositions d'Analyse. Je les regarde comme des jugements analytiques à priori, je ne m'en occuperai pas.

Mais je dois insister sur d'autres axiomes qui sont spéciaux à la géométrie. La plupart des traités en énoncent trois explicitement:

- 1° Par deux points ne peut passer qu'une droite;
- 2° La ligne droite est le plus court chemin d'un point, à un autre;
- 3° Par un point on ne peut faire passer qu'une parallèle à une droite donnée.

Bien que l'on se dispense généralement de démontrer le second de ces axiomes, il serait possible de le déduire des deux autres et de ceux, beaucoup plus nombreux, que l'on admet implicitement sans les énoncer, ainsi que je l'expliquerai plus loin.

On a longtemps cherché en vain à démontrer également le troisième axiome, connu sous le nom *de postulat d'Euclide*. Ce qu'on a dépensé d'efforts dans cet espoir chimérique est vraiment inimaginable. Enfin au commencement du siècle et à peu près en même temps, deux savants, un Russe et un Hongrois, Lowatchewski et Bolyai établirent d'une façon irréfutable que cette démonstration est impossible; ils nous ont à peu près débarrassés des inventeurs de géométries sans postulat; depuis lors l'Académie des Sciences ne reçoit plus guère qu'une ou deux démonstrations nouvelles par an.

La question n'était pas épuisée; elle ne tarda pas à faire un grand pas par la publication du célèbre mémoire de Riemann intitulé: *Ueber die Hypothesen ivেকে der Géométrie zum Grunde Kegen*. Cet opuscule a inspiré

la plupart des travaux récents dont je parlerai plus loin et parmi lesquels il convient de citer ceux de Beltrami et de von Helmholtz.

La Géométrie de Lowatchewski. — S'il était possible de déduire le postulatum d'Euclide des autres axiomes, il arriverait évidemment qu'en niant le postulatum, et en admettant les autres axiomes, on serait conduit à des conséquences contradictoires; il serait donc impossible d'appuyer sur de telles prémisses une géométrie cohérente.

Or c'est précisément ce qu'a fait Lowatchewski. Il suppose au début que:

L'on peut par un point mener plusieurs parallèles à une droite donnée;

Et il conserve d'ailleurs tous les autres axiomes d'Euclide. De ces hypothèses, il déduit une suite de théorèmes entre lesquels il est impossible de relever aucune contradiction et il construit une géométrie dont l'impeccable logique ne le cède en rien à celle de la géométrie euclidienne.

Les théorèmes sont, bien entendu, très différents de ceux auxquels nous sommes accoutumés et ils ne laissent pas de déconcerter un peu d'abord.

Ainsi la somme des angles d'un triangle est toujours plus petite que deux droits et la différence entre cette somme et deux droits est proportionnelle à la surface du triangle.

Il est impossible de construire une figure semblable à une figure donnée mais de dimensions différentes.

Si l'on divise une circonférence en n parties égales, et qu'on mène des tangentes aux points de division, ces n tangentes formeront un polygone si le rayon de la circonférence est assez petit ; mais si ce rayon est assez grand, elles ne se rencontreront pas.

Il est inutile de multiplier ces exemples; les propositions de Lowatchewski n'ont plus aucun rapport avec celles d'Euclide, mais elles ne sont pas moins logiquement reliées les unes aux autres.

La Géométrie de Riemann. — Imaginons un monde uniquement peuplé d'êtres dénués d'épaisseur; et supposons que ces animaux "infiniments plats" soient tous dans un même plan et n'en puissent sortir. Admettons de plus que ce monde soit assez éloigné des autres pour être soustrait à leur influence. Pendant que nous sommes en train de faire des hypothèses, il ne nous en coûte pas plus de douer ces êtres de raisonnement et de les croire

capables de faire de la géométrie. Dans ce cas, ils n'attribueront certainement à l'espace que deux dimensions.

Mais supposons maintenant que ces animaux imaginaires, tout en restant dénués d'épaisseur, aient la forme d'une figure sphérique, et non d'une figure plane et soient tous sur une même sphère sans pouvoir s'en écarter. Quelle géométrie pourront-ils construire? Il est clair d'abord qu'ils n'attribueront à l'espace que deux dimensions; ce qui jouera pour eux le rôle de la ligne droite, ce sera le plus court chemin d'un point à un autre sur la sphère, c'est-à-dire un arc de grand cercle; en un mot leur géométrie sera la géométrie sphérique.

Ce qu'ils appelleront l'espace, ce sera cette sphère d'où ils ne peuvent sortir et sur laquelle se passent tous les phénomènes dont ils peuvent avoir connaissance. Leur espace sera donc *sans limites* puisqu'on peut sur une sphère aller toujours devant soi sans jamais être arrêté, et cependant il sera *fini*; on n'en trouvera jamais le bout, mais on pourra en faire le tour.

Eh bien, la géométrie de Riemann, c'est la géométrie sphérique étendue à trois dimensions. Pour la construire, le mathématicien allemand a dû jeter par-dessus bord, non seulement le postulat d'Euclide, mais encore le premier axiome: *Par deux points on ne peut faire passer qu'une droite.*

Sur une sphère, par deux points donnés on ne peut faire *en général* passer qu'un grand cercle (qui, comme nous venons de le voir, jouerait le rôle de la droite pour nos êtres imaginaires); mais il y a une exception: si les deux points donnés sont diamétralement opposés, on pourra faire passer par ces deux points une infinité de grands cercles.

De même dans la géométrie de Riemann, par deux points ne passera en général qu'une seule droite; mais il y a des cas exceptionnels où par deux points pourront passer une infinité de droites.

Il y a une sorte d'opposition entre la géométrie de Riemann et celle de Lowatchewski.

Ainsi la somme des angles d'un triangle est:

Égale à deux droits dans la géométrie d'Euclide.

Plus petite que deux droits dans celle de Lowatchewski.

Plus grande que deux droits dans celle de Riemann.

Le nombre des parallèles qu'on peut mener à une droite donnée par un point donné est égal :

A un dans la géométrie d'Euclide,
A zéro dans celle de Riemann,
A l'infini dans celle de Lowatchewski.

Ajoutons que l'espace de Riemann est fini, quoique sans limite, au sens donné plus haut à ces deux mots.

Les surfaces à courbures constantes. — Une objection restait possible cependant. Les théorèmes de Lowatchewski et de Riemann ne présentent aucune contradiction ; mais quelque nombreuses que soient les conséquences que ces deux géomètres ont tirées de leurs hypothèses, ils ont dû s'arrêter avant de les avoir toutes épuisées, car le nombre en serait infini ; qui nous dit alors que s'ils avaient poussé plus loin leurs déductions, ils n'auraient pas fini par arriver à quelque contradiction ?

Cette difficulté n'existe pas pour la géométrie de Riemann, pourvu qu'on se borne à deux dimensions ; la géométrie de Riemann à deux dimensions ne diffère pas en effet, nous l'avons vu, de la géométrie sphérique, qui n'est qu'une branche de la géométrie ordinaire et qui est par conséquent e" dehors de toute discussion.

M. Beltrami, en ramenant de même la géométrie de Lowatchewski à deux dimensions à ne plus être qu'une branche de la géométrie ordinaire, a réfuté également l'objection en ce qui la concerne.

Voici comment il y est parvenu. Considérons sur une surface une figure quelconque. Imaginons que cette figure soit tracée sur une toile flexible et inextensible appliquée sur cette surface, de telle façon que quand la toile se déplace et se déforme, les diverses lignes de cette figure puissent changer de forme, sans changer de longueur. En général, cette figure flexible et inextensible ne pourra se déplacer sans quitter la surface ; mais il y a certaines surfaces particulières pour lesquelles un pareil mouvement serait possible : ce sont les surfaces à courbure constante.

Si nous reprenons la comparaison que nous faisons plus haut et que nous imaginions des êtres sans épaisseur vivant sur une de ces surfaces, ils regarderont comme possible le mouvement d'une ' figure dont toutes les lignes conservent une longueur constante. Un pareil mouvement paraîtrait absurde, au contraire, à des animaux sans épaisseur vivant sur une surface à courbure variable.

Ces surfaces à courbure constante sont de deux sortes :

Les unes sont à *courbure positive*, et peuvent être déformées de façon à être appliquées sur une sphère. La géométrie de ces surfaces se réduit donc à la géométrie sphérique, qui est celle de Riemann.

Les autres sont à *courbure négative*. M. Beltrami a fait voir que la géométrie de ces surfaces n'est autre que celle de Lowatchewski. Les géométries à deux dimensions de Riemann et de Lowatchewski se trouvent donc rattachées à la géométrie euclidienne.

Interprétation des géométries non-euclidiennes. — Ainsi s'évanouit l'objection en ce qui concerne les géométries à deux dimensions.

Il serait aisé d'étendre le raisonnement de M. Beltrami aux géométries à trois dimensions. Les esprits que ne rebute pas l'espace à quatre dimensions n'y verront aucune difficulté, mais ils sont peu nombreux. Je préfère donc procéder autrement.

Considérons un certain plan que j'appellerai fondamental et construisons une sorte de dictionnaire, en faisant correspondre chacun à chacun une double suite de termes écrits dans deux colonnes, de la même façon que se correspondent dans les dictionnaires ordinaires les mots de deux langues dont la signification est la même:

Espace	Portion de l'espace située au-dessus du plan fondamental.
Plan	Sphère coupant orthogonalement le plan fondamental.
Droite	Cercle coupant orthogonalement le plan fondamental.
Sphère	Sphère.
Cercle	Cercle.
Angle	Angle.
Distance de deux points	Logarithme du rapport anharmonique de ces deux points et des intersections du plan fondamental avec un cercle passant par ces deux points et le coupant orthogonalement.
etc...	etc...

Prenons ensuite les théorèmes de Lowatchewski et traduisons-les à l'aide de ce dictionnaire comme nous traduirions un texte allemand à l'aide d'un dictionnaire allemand-français. *Nous obtiendrons ainsi des théorèmes de la géométrie ordinaire.*

Par exemple, ce théorème de Lowatchewski: " la somme des angles d'un triangle est plus petite que deux droits " se traduit ainsi : " Si un triangle

curviligne a pour côtés des arcs de cercle qui prolongés iraient couper orthogonalement le plan fondamental, la somme des angles de ce triangle curviligne sera plus petite que deux droits. " Ainsi, quelque loin que l'on pousse les conséquences des hypothèses de Lowatchewski, on ne sera jamais conduit il une contradiction. En effet, si deux théorèmes de Lowatchewski étaient contradictoires, il en serait do même des traductions de ces deux théorèmes, faites à l'aide de notre dictionnaire. mais ces traductions sont des théorèmes de géométrie ordinaire et personne ne doute que la géométrie ordinaire ne soit exempte de contradiction. D'où nous vient cette certitude et est-elle justifiée? C'est là une question que je ne saurais traiter ici, mais qui est bien intéressante et que je ne crois pas insoluble. Il ne reste donc plus rien de l'objection que j'ai formulée plus haut.

Ce n'est pas tout. La géométrie de Lowatchewski, susceptible d'une interprétation concrète, cesse d'être un vain exercice de logique et peut recevoir des applications; je n'ai pas le temps de parler ici de ces applications ni du parti que M. Klein et moi en avons lire pour l'intégration des équations linéaires.

Cette interprétation n'est d'ailleurs pas unique, et l'on pourrait établir plusieurs dictionnaires analogues à celui qui précède et qui tous permettraient par une simple " traduction " de transformer les théorèmes de Lowatchewski en théorèmes de géométrie ordinaire.

Les axiomes implicites. – Les axiomes explicitement énoncés dans les traités sont-ils les seuls fondements de la géométrie? On peut être assuré du contraire en voyant qu'après les avoir successivement abandonnés on laisse encore debout quelques propositions communes aux théories d'Euclide, de Lowatchewski et de Riemann. Ces propositions doivent reposer sur quelques prémisses que les géomètres admettent sans les énoncer. Il est intéressant de chercher à les dégager des démonstrations classiques.

Stuart-Mill a prétendu que toute définition contient un axiome, puisqu'on définissant on affirme implicitement l'existence de l'objet défini. C'est aller beaucoup trop loin; il est rare qu'en mathématiques on donne une définition sans la faire suivre par la démonstration de l'existence de l'objet défini, et quand on s'en dispense, c'est généralement que le lecteur y peut aisément suppléer. Il ne faut pas oublier que le mot existence n'a pas le même sens quand il s'agit d'un être mathématique et quand il est question d'un objet

matériel. Un être mathématique existe, pourvu que sa définition n'implique pas contradiction, soit en elle-même. soit avec les propositions antérieurement admises.

Mais si l'observation de Stuart-Mill ne saurait s'appliquer à toutes les définitions, elle n'en est pas moins juste pour quelques-unes d'entre elles. On définit quelquefois le plan de la manière suivante :

Le plan est une surface telle que la droite qui joint deux quelconques de ses points est tout entière sur cette surface.

Cette définition cache manifestement un nouvel axiome ; on pourrait, il est vrai, la changer, et cela vaudrait mieux, mais alors il faudrait énoncer l'axiome explicitement.

D'autres définitions peuvent donner lieu à des réflexions non moins importantes.

Telle est par exemple celle de l'égalité de deux figures: deux figures sont égales quand on peut les superposer; pour les superposer il faut déplacer l'une d'elles jusqu'à ce qu'elle coïncide avec l'autre; mais comment faut-il la déplacer? Si nous le demandions, on nous répondrait sans doute qu'on doit le faire sans la déformer et à la façon d'un solide invariable. Le cercle vicieux serait alors évident.

En fait, cette définition ne définit rien: elle n'aurait aucun sens pour un être qui habiterait un monde où il n'y aurait que des fluides. Si elle nous semble claire, c'est que nous sommes habitués aux propriétés des solides naturels qui ne diffèrent pas beaucoup de celles des solides idéaux dont toutes les dimensions sont invariables.

Cependant, toute imparfaite qu'elle soit, cette définition implique un axiome.

La possibilité du mouvement d'une figure invariable n'est pas une vérité évidente par elle-même; ou du moins elle ne l'est qu'à la façon du postulat d'Euclide et non comme le serait un jugement analytique *a priori*.

D'ailleurs en étudiant les définitions et les démonstrations de la géométrie on voit qu'on est obligé d'admettre, sans les démontrer, non seulement la possibilité de ce mouvement, mais encore quelques-unes de ses propriétés.

C'est ce qui ressort d'abord de la définition de la ligne droite. On en a donné beaucoup de défectueuses, mais la véritable est celle qui est sous-entendue dans toutes les démonstrations où la ligne droite intervient :

“Il peut arriver que le mouvement d’une figure invariable soit tel que tous les points d’une ligne appartenant à cette figure restent immobiles pendant que tous les points situés en dehors de cette ligne se meuvent. Une pareille ligne s’appellera une ligne droite.” Nous avons à dessein, dans cet énoncé, séparé la définition de l’axiome qu’elle implique.

Beaucoup de démonstrations, telles que celles des cas d’égalité des triangles, de la possibilité d’abaisser une perpendiculaire d’un point sur une droite, supposent des propositions qu’on se dispense d’énoncer, puisqu’elles obligent à admettre qu’il est possible de transporter une figure dans l’espace d’une certaine manière.

La quatrième géométrie. – Parmi ces axiomes implicites, il en est un qui me semble mériter quelque attention, non seulement parce qu’il a donné lieu à une discussion récente, mais parce qu’en l’abandonnant, on peut construire une quatrième géométrie aussi cohérente que celles d’Euclide, de Lowatchewski et de Riemann.

Pour démontrer que l’on peut toujours élever en un point A une perpendiculaire à une droite AB, on considère une droite AC mobile autour du point A et primitivement confondue avec la droite fixe AB; et on la fait tourner autour du point A jusqu’à ce qu’elle vienne dans le prolongement de AB.

On suppose ainsi deux propositions: d’abord qu’une pareille rotation est possible, et ensuite qu’elle peut se continuer jusqu’à ce que les deux droites viennent dans le prolongement l’une de l’autre.

Si l’on admet le premier point et que l’on rejette le second, on est conduit à une suite de théorèmes encore plus étranges que ceux de Lowatchewski et de Riemann, mais également exempts de contradiction.

Je ne citerai qu’un de ces théorèmes et je ne choisirai pas le plus singulier : *une droite réelle peut être perpendiculaire à elle-même.*

Le Théorème de Lie. – Le nombre des axiomes implicitement introduits dans les démonstrations classiques est plus grand qu’il ne serait nécessaire, et il serait intéressant de le réduire au minimum. On peut se demander d’abord si cette réduction est possible, si le nombre des axiomes nécessaires et celui des géométries imaginables n’est pas infini.

Un théorème de M. Sophus Lie domine toute cette discussion. On peut l’énoncer ainsi:

Supposons qu'on admette les prémisses suivantes:

1° L'espace a n dimensions.

2° Le mouvement d'une figure invariable est possible.

3° Il faut p conditions pour déterminer la position de cette figure dans l'espace.

Le nombre des géométries compatibles avec ces prémisses sera limité.

Je puis même ajouter que si n est donné, on peut assigner à p une limite supérieure.

Si donc on admet la possibilité du mouvement, on ne pourra inventer qu'un nombre fini (et même assez restreint) de géométries à trois dimensions.

Les géométries de Riemann. — Cependant ce résultat semble contredit par Riemann, car ce savant construit une infinité de géométries différentes, et celle à laquelle on donne ordinairement son nom n'en est qu'un cas particulier.

Tout dépend, dit-il, de la façon dont on définit la longueur d'une courbe. Or il y a une infinité de manières de définir cette longueur, et chacune d'elles peut devenir le point de départ d'une nouvelle géométrie.

Cela est parfaitement exact; mais la plupart de ces définitions sont incompatibles avec le mouvement d'une figure invariable, que l'on suppose possible dans le théorème de Lie. Ces géométries de Riemann, si intéressantes à divers titres, ne pourraient donc jamais être que purement analytiques et ne se prêteraient pas à des démonstrations analogues à celles d'Euclide.

De la nature des axiomes. — La plupart des mathématiciens ne regardent la géométrie de Lowatchewski que comme une simple curiosité logique; quelques-uns d'entre eux sont allés plus loin cependant. Puisque plusieurs géométries sont possibles, est-il certain que ce soit la nôtre qui soit vraie? L'expérience nous apprend sans doute que la somme des angles d'un triangle est égale à deux droits; mais c'est parce que nous n'opérons que sur des triangles trop petits; la différence, d'après Lowatchewski, est proportionnelle à la surface du triangle : ne pourra-t-elle devenir sensible quand nous opérerons sur des triangles plus grands ou quand nos mesures deviendront plus précises? La géométrie Euclidienne ne serait ainsi qu'une géométrie provisoire.

Pour discuter cette opinion, nous devons d'abord nous demander quelle est la nature des axiomes géométriques.

Sont-ce des jugements synthétiques a priori, comme dirait Kant?

Ils s'imposeraient alors à nous avec une telle force, que nous ne pourrions concevoir la proposition contraire, ni bâtir sur elle un édifice théorique. Il n'y aurait pas de géométrie non euclidienne.

Pour s'en convaincre, qu'on prenne un véritable jugement synthétique a priori, par exemple celui-ci :

Si l'on a une suite infinie de nombres entiers positifs, tous différents entre eux, il y en aura toujours un qui sera plus petit que tous les autres.

Ou cet autre qui est équivalent :

Si un théorème est vrai pour le nombre 1, si on a démontré qu'il est vrai de $n + 1$, pourvu qu'il le soit de n , il sera vrai de tous les nombres entiers positifs.

Qu'on essaie ensuite de s'y soustraire et de fonder, en niant ces propositions, une fausse arithmétique analogue à la géométrie non euclidienne, — on n'y pourra pas parvenir; on serait même tenté au premier abord de regarder ces jugements comme analytiques.

D'ailleurs, reprenons notre fiction des animaux sans épaisseur; nous ne pouvons guère admettre que ces êtres, s'ils ont l'esprit fait comme nous, adopteraient la géométrie euclidienne qui serait contredite par toute leur expérience?

Devons-nous donc conclure que les axiomes de la géométrie sont des vérités expérimentales? Mais on n'expérimente pas sur des droites ou des circonférences idéales ; on ne peut le faire que sur des objets matériels. Sur quoi porteraient donc les expériences qui serviraient de fondement à la géométrie? La réponse est facile.

Nous avons vu plus haut que l'on raisonne constamment comme si les figures géométriques se comportaient à la manière des solides. Ce que la géométrie emprunterait à l'expérience, ce seraient donc les propriétés de ces corps.

Mais une difficulté subsiste, et elle est insurmontable. Si la géométrie était une science expérimentale, elle ne serait pas une science exacte, elle serait soumise à une continuelle révision. Que dis-je? elle serait dès aujourd'hui convaincue d'erreur puisque nous savons qu'il n'existe pas de solide rigoureusement invariable.

Les axiomes géométriques ne sont donc ni des jugements synthétiques à priori ni des faits expérimentaux.

Ce sont des *conventions* ; notre choix, parmi toutes les conventions possibles, est *guidé* par des faits expérimentaux; mais il reste *libre* et n'est limité que par la nécessité d'éviter toute contradiction. C'est ainsi que les postulats peuvent rester *rigoureusement* vrais quand même les lois expérimentales qui ont déterminé leur adoption ne sont qu'approximatives.

En d'autres termes, *les axiomes de la géométrie* (je ne parle pas de ceux de l'arithmétique) *ne sont que des définitions déguisées*.

Dès lors, que doit-on penser de cette question : La géométrie euclidienne est-elle vraie?

Elle n'a aucun sens.

Autant demander si le système métrique est vrai et les anciennes mesures fausses; si les coordonnées cartésiennes sont vraies et les coordonnées polaires fausses. Une géométrie ne peut pas être plus vraie qu'une autre; elle peut seulement être *plus commode*.

Or la géométrie euclidienne est et restera la plus commode :

1° Parce qu'elle est la plus simple; et elle n'est pas telle seulement par suite de nos habitudes d'esprit ou de je ne sais quelle intuition directe que nous aurions de l'espace euclidien; elle est la plus simple en soi de même qu'un polynôme du premier degré est plus simple qu'un polynôme du second degré.

2° Parce qu'elle s'accorde assez bien avec les propriétés des solides naturels, ces corps dont se rapprochent nos membres et notre œil et avec lesquels nous faisons nos instruments de mesure.

La géométrie et l'astronomie. — On a également posé la question d'une autre manière. Si la géométrie de Lowatchewski est vraie, la parallaxe d'une étoile très éloignée sera finie; si celle de Riemann est vraie, elle sera négative. Ce sont là des résultats qui semblent accessibles à l'expérience et on a espéré que les observations astronomiques pourraient permettre de décider entre les trois géométries.

Mais ce qu'on appelle ligne droite en astronomie, c'est simplement la trajectoire du rayon lumineux. Si donc, par impossible, on venait à découvrir des parallaxes négatives, ou à démontrer que toutes les parallaxes sont supérieures à une certaine limite, on aurait le choix entre deux conclusions: nous pourrions renoncer à la géométrie euclidienne ou bien modifier les lois de l'optique et admettre que la lumière ne se propage pas rigoureusement en ligne droite.

Inutile d'ajouter que tout le monde regarderait cette solution comme plus avantageuse.

La géométrie euclidienne n'a donc rien à craindre d'expériences nouvelles.

Qu'on me passe, en terminant, un petit paradoxe:

Des êtres dont l'esprit serait fait comme le nôtre et qui auraient les mêmes sens que nous, mais qui n'auraient reçu aucune éducation préalable, pour- ' raient recevoir d'un monde extérieur convenablement choisi des impressions telles qu'ils seraient amenés à construire une géométrie autre que celle d'Euclide et à localiser les phénomènes de ce monde extérieur dans un espace non euclidien ou même dans un espace à quatre dimensions.

Pour nous, dont l'éducation a été faite par notre monde actuel, si nous étions brusquement transportés dans ce monde nouveau, nous n'aurions pas de difficultés à en rapporter les phénomènes à notre espace euclidien.

Quelqu'un qui y consacrerait son existence pourrait peut-être arriver à se représenter la quatrième dimension.

Je crains dans ces dernières lignes de n'avoir pas été très clair; je ne pourrais l'être qu'avec de nouveaux développements; mais j'ai déjà été trop long et ceux que ces développements pourraient intéresser ont lu Helmholtz.

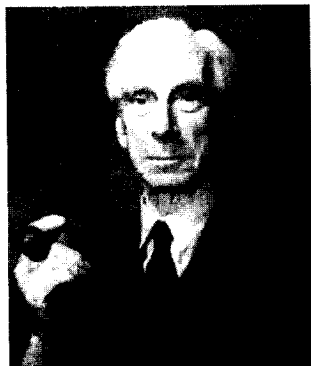
Dans mon désir d'être bref, j'ai affirmé plus que je n'ai prouvé; que le lecteur veuille bien me le pardonner. On a tant écrit sur ce sujet; on a tant émis d'opinions différentes que la discussion en remplirait un volume.

H. Poincaré. Les géométries non euclidiennes //
Revue générale. — 1891. — № 23. — pp. 769–774.

6. ДРУГА НАУКОВА РЕВОЛЮЦІЯ

Бертран Рассел

Рассел Бертран (1872–1970) – видатний британський філософ, логік, математик, соціолог, суспільний діяч. Закінчив з відзнакою Кембриджський коледж Святої Трійці. Неможливо дати навіть коротке резюме винятково різноманітної творчості цього видатного мислителя. Лауреат Нобелівської премії з літератури (1950). Головні його здобутки: “Дослід обґрунтування геометрії” (1898), “Сутність релігії” (1912), “Науковий метод у філософії” (1914), “Історія західної філософії” (1945), “Людське пізнання, його сфера і границі” (1948) та ін.



Велике місце в його працях займала розробка філософських питань математики. Відкритий Расселом один з парадоксів теорії множин (так званий “парадокс Рассела”) привів його до побудови оригінального варіанта аксіоматичної теорії множин і до наступної спроби зведення математики до логіки. В написаній у співавторстві зі своїм вчителем А. Уайтхедом (1861–1947) тритомній праці “Principia Mathematica” (1910, 1912, 1913) Рассел систематизував і розвив дедуктивно-аксіоматичну побудову логіки з метою логічного обґрунтування математики. У редакторських зауваженнях до меморіального збірника “Бертран Рассел – філософ століття” (1967) відзначалося, що внесок Рассела у математичну логіку є найбільш значним і фундаментальним з часів Аристотеля. Рассел – один з ініціаторів Пагуоського руху і співавтор “Маніфесту Рассела – Ейнштейна” (1934).

Ми наводимо передмову до першого видання “Основ математики” (1903). Ця робота багато в чому передбачила “Principia Mathematica”.

Б. Рассел. Основы математики (1903)

У данной работы две главные цели. Одна состоит в доказательстве того, что вся чистая математика рассматривает исключительно только понятия, определенные через очень небольшое число основных логических понятий, и что все ее положения выводятся из очень небольшого числа основных логических принципов.

...Поскольку этот тезис лишь недавно появился среди математиков и почти полностью отрицается философами, в этом томе я предпринял защиту разных сторон этого тезиса по мере необходимости против тех теорий, которые наиболее распространены или же наиболее трудны для опровержения. Я также попытался представить на возможно менее специализированном языке основные этапы рассуждений, которыми этот тезис устанавливается.

Другая цель этой работы ... заключается в объяснении фундаментальных понятий, которые математика принимает как неопределяемые. Это чисто философский труд, и я не могу себе льстить тем, что сделал больше, чем только указал на обширную область исследований и дал примеры тех методов, которыми эти исследования можно вести. Обсуждение неопределяемых понятий – в чем заключена основная часть философской логики – представляет попытку увидеть ясно и заставить уяснить других рассматриваемые вещи так, чтобы они предстали разуму с той же полнотой и наглядностью, как цвет или вкус ананаса. Когда неопределяемые, как в данном случае, получаются первоначально как неизбежный остаток в процессе анализа, то часто проще знать, что такие понятия должны существовать, чем их действительно познать. Этот процесс аналогичен тому, который привел к открытию Нептуна, с той лишь разницей, что заключительная стадия – поиски с помощью мысленного телескопа вещей, о существовании которых сделано предположение, – часто бывает наиболее трудной частью всего исследования...

...Данный том, который можно рассматривать либо как комментарий, либо как введение ко второму тому, в равной мере адресован философу и математику. В некоторых своих частях он будет более интересен одному, а в других – другому...

...Работа профессора Фреге, которая в значительной мере предвосхищает мою, была мне большей частью неизвестной, когда началось печатание данного труда. Я видел его “Основы арифметики”; однако из-за большой трудности его символики я не мог ни оценить ее важность, ни принять ее содержание. Единственный способ, на столь поздней стадии, отдать должное его работам состоял в том, чтобы посвятить им приложение. ...

...Важность рассматриваемых вопросов могут помочь понять несколько слов о происхождении данной работы. Шесть лет тому назад я предпринял исследование философских основ динамики. Я столкнулся с трудностью, заключающейся в том, что, когда на частицу действует несколько сил, ни одна из составляющих ускорения не реализуется, а реализуется только результирующее ускорение, частями которого они не являются. Этот факт делает иллюзорным всякое причинение частичного от частичного, как это утверждается, на первый взгляд, законом тяготения. Казалось также, что проблема абсолютного движения неразрешима в рамках теории относительности пространства. От этих двух вопросов я пришел к пересмотру понятий геометрии, а затем к философским вопросам непрерывности и бесконечности, а затем к смыслу слова *всякий*, к символической логике. Окончательный результат, что касается философии динамики, наверное, довольно скромный; причина этого состоит в том, что почти все проблемы динамики кажутся мне лишь эмпирическими и потому лежащими вне пределов данной работы....

...Когда рассматриваются действительные предметы, или же когда геометрия и динамика применяются к действительно существующему пространству или материи, или же когда любым другим образом математические рассуждения применяются к тому, что существует, то же рассуждение, которое используется, применяется в виде, не зависящем от объектов, к которым они применяются, полагая, что эти объекты именно таковы, какими они есть, и обладают определенными общими свойствами. В чистой математике нет вопроса о действительных предметах реального мира, в ней идет речь только о гипотетических объектах, имеющих общие свойства, от которых зависят любые рассматриваемые заключения. Эти общие свойства всегда будут выражаться в

терминах фундаментальных понятий, которые я назвал логическими константами. Так, когда в чистой математике мы говорим о пространстве и движении, мы не говорим о действительном пространстве и действительном движении, какие мы знаем из опыта, мы говорим о вещах, обладающих теми абстрактными общими свойствами пространства и движения, которые используются в геометрических и динамических рассуждениях. Вопрос о том, относятся ли эти свойства в действительности к реальному пространству и материи, не имеет никакого отношения к чистой математике и тем самым к данной работе. С моей точки зрения — это чисто эмпирический вопрос, который следует исследовать в лаборатории или обсерватории. Косвенно, правда, рассуждения, связанные с чистой математикой, имеют очень большое отношение к таким эмпирическим вопросам, поскольку математические пространство и движение считаются многими, быть может и большинством философов, внутренне противоречивыми. И потому по необходимости отличающимися от действительного пространства и движения, тогда как, если взгляды, излагаемые на следующих страницах, верны, то никаких внутренних противоречий в математических пространстве и движении не должно усматриваться. Однако такие соображения, лежащие вне математики, практически полностью исключены из данной работы.

По основным вопросам философии в своих главных чертах я слеую Дж. Э. Муру. Я заимствую у него идею неэкзистенциального характера высказываний (за исключением утверждений существования) и их независимости от любого познающего разума. Я также принял плюрализм, рассматривающий мир, как сущего, так и сущностей, состоящим из бесконечного числа взаимно независимых сущностей, отношения которых являются исчерпывающими и не сводятся к чему-либо, зависящему от их элементов или того целого, которое они составляют. До того, как я усвоил эти взгляды от него, я был совершенно не в состоянии построить какую-либо философию арифметики, в то время как их принятие привело к немедленному освобождению от большого числа трудностей, трудностей, которые я считал непреодолимыми. Только что упомянутое учение, с моей точки зрения, совершенно необходимо для всякой сколько-нибудь удовлетворительной философии математики, что, как я надеюсь, будет видно из следующих страниц.

Однако я должен предоставить моим читателям судить о том, в какой мере мои рассуждения опираются на эти принципы и в какой мере они, эти принципы, подтверждаются. Формально мои послышки просто постулируются. Но тот факт, что они позволяют математике быть истинной, чего не допускает большинство философских теорий, является сильнейшим доводом в их пользу.

В математике я больше всего обязан, как это, наверное, очевидно, Георгу Кантору и профессору Пеано. Если бы я был ранее знаком с работами профессора Фреге, то я многим был бы обязан и ему, хотя я и независимо получил ряд результатов, которые он уже установил. На каждом этапе моей работы мне помогали замечания, пример и великодушная поддержка А. Н. Уайтхеда. ...

...В изложении многие слова будут определяться в смысле, отличающемся от общепринятого в обиходе. Такие отступления, и я должен просить читателя этому поверить, не являются произвольными и сделаны по необходимости. В философских вопросах это происходит по двум причинам. Во-первых, часто бывает, что рассматривают два известных понятия и что язык имеет два названия для одного и ни одного для другого. В таких случаях в высшей степени удобно установить различие между двумя названиями, которые обычно рассматриваются как синонимы, оставив одно для обычного, а другое для дотоле безыменного понятия. Во-вторых, это идет от философских разногласий с установленными точками зрения. Когда два качества обычно получаются раздельно связанными, а здесь полагаются раздельными, название, которое обычно прилагалось к их сочетанию, будет применимо к одному или другому. Например, утверждения обычно принимаются как: 1) истинные или ложные; 2) мыслимые. ... Однако во многих случаях такого кажущегося отличия от общеупотребительного можно сомневаться в том, насколько было бы возможным увеличить точность понятий, которые до сих пор были более или менее расплывчатыми.

При публикации работы, содержащей столько непреодолимых трудностей, я должен принести извинения за то, что исследования не обнаружили сколько-нибудь близкую возможность удовлетворительного решения противоречий, обсужденных в главе X, или возможности лучшего проникновения в природу множеств. Повторяющееся

обнаружение ошибок в решениях, которые в свое время меня удовлетворяли, привело к тому, что эти проблемы стали казаться такими, что в них только скрывается кажущаяся удовлетворительной теория, которая при достаточно долгом размышлении могла быть создана. Поэтому я считаю более правильным просто отметить трудности, чем ждать, пока я буду убежден в истинности некоторых, возможно полностью неверных, положений. ...

Лондон, декабрь 1902 г.

Рассел Б. Основы математики // Жизнь науки. Антология вступлений к классике естествознания. – М.: Наука, 1973. – С. 479–483.

Макс Планк

Планк Макс (1858–1947) – видатний німецький фізик, один з основоположників квантової теорії. У 1900 ввів квант дії (стала Планка) і, виходячи з ідеї квантів, вивів закон випромінювання, названий його ім'ям. Йому належать також праці з термодинаміки, теорії відносності, філософії природознавства. Нобелівська премія (1918) “...на знак визнання того внеску, що він зробив у розвиток фізики відкриттям елемента дії”.



Ми наводимо тут (зі скороченнями) Нобелівську промову, виголошену М. Планком у Стокгольмі 2 липня 1920 р. у Шведській академії наук.

М. Планк. Возникновение и постепенное развитие теории квант.

Нобелевская речь, произнесенная в Стокгольме 2 июля 1920 г. в Шведской академии наук.

Если я правильно понимаю смысл принятого мною на сегодня обязательства прочесть публичный доклад относительно моих работ, то, думаю, ничто не может лучше соответствовать выполнению этой задачи, важность которой подчеркивается для меня чувством благодарности к великодушному основателю этого учреждения, как попытка набросать в общих чертах историю возникновения теории квант и дать вам приблизительную картину развития этой теории до настоящего времени и ее теперешнее значение для физики.

Когда я оглядываюсь на времена 20-летней давности, – времена, когда впервые из ряда опытных фактов начали вырисовываться понятия и величина физического кванта действия, и на долгий извилистый путь, приведший в конце концов к ее открытию, то все это кажется мне теперь новой иллюстрацией к давно сказанным словам Гёте, что человек заблуждается, покуда у него есть стремления. И вся напряженная

работа духа могла бы показаться прилежному исследователю тщетной и безнадежной, если бы иногда поразительные факты не давали ему в руки неопровержимого доказательства того, что он в конце своего тернистого и извилистого пути по крайней мере хоть на шаг приблизится к истине. Преследование определенной цели, далекий свет которой не меркнет от первых неудач, является необходимой предпосылкой, хотя далеко не гарантией успеха.

Для меня такой целью уже давно было решение вопроса о распределении энергии в нормальном спектре лучистой теплоты. С тех пор, как Густав Кирхгоф показал, что свойства теплового излучения, которое образуется в пустом пространстве, ограниченном любыми равномерно нагретыми поглощающими и излучающими телами, вполне независимы от природы этих тел, было доказано существование некоторой универсальной функции, зависящей только от температуры и длины волны, но никоим образом не от особенных свойств какого-либо вещества; и отыскание этой замечательной функции сулило более глубокое проникновение в сущность связи между энергией и температурой, связи, которая является главной проблемой термодинамики, а следовательно, и всей молекулярной физики. Для решения этой задачи не оставалось иного пути, как выбрать из всех различных, встречающихся в природе тел какое-нибудь одно с определенной испускательной и поглощательной способностью и вычислить свойства теплового излучения, находящегося с ним в состоянии стационарного обмена энергией. Тогда, по теореме Кирхгофа, это излучение не должно зависеть от свойств тела.

Телом, особенно пригодным для этой цели, показался мне линейный осциллятор Генриха Герца, законы излучения которого при данном числе колебаний незадолго до этого были Герцем вполне установлены. Если в пустом пространстве, окруженном зеркальными стенками, находится некоторое число таких осцилляторов, то они, так же как и акустические резонаторы и камертоны, будут, поглощая и испуская электромагнитные волны, обмениваться друг с другом энергией, и в конце концов в этом пустом пространстве установится стационарное, так называемое черное излучение, соответствующее закону Кирхгофа. Тогда я предавался надеждам, кажущимся теперь, конечно, немногим наивными, что законов классической электродинамики, взятых

в общем виде и освобожденных от специальных гипотез, достаточно, чтобы понять важнейшее в рассматриваемом процессе и достичь, таким образом, желанной цели. Поэтому я сначала вывел законы излучения и поглощения линейного резонатора из возможно более общих основных положений; при этом я фактически действовал обходным путем, которого мог бы вполне избежать, применяя электронную теорию Г. А. Лоренца, в то время в сущности уже законченную. Но так как я не вполне доверял электронной гипотезе, то предпочел рассматривать энергию, входящую и выходящую из шаровой поверхности, описанной определенным радиусом около резонатора. При этом рассматриваются только процессы в пустоте, знания которых достаточно, чтобы вывести необходимые заключения об изменении энергии резонатора.

Плодом этого ряда исследований – причем некоторые из них могли быть проверены сравнением с опытными данными, именно с измерениями затухания, произведенными Бьеркнесом, и при этом подтвердились – было установление общей зависимости между энергией резонатора с определенным собственным периодом и энергией излучения соответствующей спектральной области в окружающем поле при стационарном обмене энергии. При этом получился замечательный результат, что это отношение совершенно не зависит от природы резонатора, даже от его постоянной затухания – обстоятельство, особенно благоприятное и радостное для меня, так как благодаря ему, всю проблему можно было упростить, заменяя энергию излучения энергией резонатора, отчего запутанная система со многими степенями свободы заменялась простой системой с одной-единственной степенью свободы.

Конечно, этот результат обозначал не более как подготовительный шаг к одолению самой проблемы, которая теперь казалась еще неприступнее в своей страшной высоте. Первая попытка завоевать ее не удалась, так как моя первоначальная робкая надежда на то, что испускаемое резонатором излучение будет каким-нибудь характерным образом отличаться от поглощаемого, благодаря чему явилась бы возможность вывода дифференциального уравнения, интегрированием которого можно было бы получить особенные условия для свойств стационарного излучения, оказалась обманчивой. Резонатор реагировал только на те лучи, которые он сам испускал, и оказывался совершенно нечувствительным к соседним областям спектра...

...Тогда мне не осталось ничего другого, как попытаться одолеть эту задачу с противоположной стороны – термодинамической, где я с самого начала чувствовал себя более твердо. Здесь мне помогли мои более ранние работы по второму началу термодинамики, а именно тем, что я сразу установил отношение между энергией резонатора и его энтропией и даже не самой энтропией, но ее второй производной по энергии, ибо эта производная обладает прямым физическим значением для необратимости обмена энергией между резонатором и излучением. Так как я в то время был настроен еще слишком феноменологически, чтобы задаться вопросом о связи между энтропией и вероятностью, то я обратил прежде всего внимание на непосредственные результаты опыта. В 1899 г. наиболее интересным представлялся только что выведенный Вином закон распределения энергии, экспериментальной проверкой которого были заняты Пашен в Высшей школе в Ганновере и Луммер и Прингсхейм в Государственном физическом институте в Шарлоттенбурге. Этот закон представляет зависимость интенсивности излучения от температуры при помощи показательной функции. Вычисляя обусловленную им связь между энтропией и энергией резонатора, получаем замечательный результат, что обратная величина упомянутой выше производной, которую я обозначу здесь через R , пропорциональна энергии. Это весьма простое отношение может считаться вполне адекватным выражением закона распределения энергии Вина, потому что при помощи общеизвестного закона смещения Вина оно вместе с зависимостью от энергии дает непосредственно и зависимость от длины волны.

Поскольку при решении всей этой задачи речь шла об универсальном законе природы и так как я тогда, как и теперь, держался мнения, что закон природы выражается тем проще, чем более общим он является, причем, конечно, вопрос, какую формулировку считать более простой, не всегда может быть решен бесспорно и окончательно, то я полагал одно время, что в положении о пропорциональности величины R и энергии нужно видеть основу всего закона распределения энергии. Но такое предположение вскоре оказалось несостоятельным перед результатами новых измерений. Именно тогда как для небольших значений энергии и для коротких волн закон Вина вполне подтвердился и в

дальнейшем, для более длинных волн Луммер и Прингсхейм установили заметные отклонения, а затем измерения, произведенные Рубенсом и Курльбаумом с инфракрасными остаточными лучами плавленого шпата и каменной соли, обнаружили отношения совершенно другого рода, но также чрезвычайно простые, которые характеризуются тем, что величина R пропорциональна не энергии, а квадрату энергии, притом тем точнее, чем к большим энергиям и длинам волн мы переходим.

Таким образом, прямым опытом для функции R были определены две границы: для малых энергий – пропорциональность энергии, для больших энергий – пропорциональность квадрату энергии. Ничего не было проще, как приравнять для общего случая величину R к сумме двух членов: одного, содержащего энергию в первой степени, другого – во второй, таким образом, чтобы для малых энергий имел перевес первый член, для больших – второй, и таким образом была найдена новая формула излучения, которая вполне удовлетворительно выдерживала до сих пор экспериментальную проверку. Конечно, и сейчас нельзя говорить об окончательном подтверждении ее опытом, и весьма желательна новая проверка. Но даже если бы эта формула излучения оказалась абсолютно точной, то она имела бы очень ограниченное значение – только как счастливо отгаданная интерполяционная формула. Поэтому я со дня ее нахождения был занят задачей установления ее истинного физического смысла, и этот вопрос привел меня к рассмотрению связи между энтропией и вероятностью, т. е. к больцмановскому образу мыслей. После нескольких недель напряженнейшей в моей жизни работы темнота рассеялась и наметились новые, не подозреваемые раньше дали...

...Так же, как для энергии, можно теперь определить абсолютное значение и для энтропии, и, следовательно, для физической вероятности, определяя добавочную постоянную из условия, что энтропия исчезает вместе с энергией. На основании подобных рассуждений для вычисления физической вероятности определенного распределения энергии в системе резонаторов получается относительно простой прием комбинаторики, который прямо приводит к выражению энтропии, обусловленному законом излучения, и после многих испытанных разочарований мне доставило особенное удовлетворение, что Людвиг

Больцман выразил свой интерес и принципиальное согласие с выбранным мной ходом мыслей в письме, которым он ответил на присылку моей работы.

Чтобы провести количественно упомянутое вычисление вероятности, необходимо знание двух универсальных постоянных, каждая из которых имеет самостоятельный физический смысл. Поэтому их определение из закона излучения делает возможным и решение вопроса, представляет ли весь этот способ только искусственный вычислительный прием или он имеет определенный физический смысл. Первая постоянная – более формального характера, она связана с определением температуры. Определяя температуру как среднюю кинетическую энергию одной молекулы идеального газа, т. е. ничтожно малую величину, мы получаем для этой постоянной значение $2/3$. В общепринятых же единицах температуры эта константа, напротив, принимает чрезвычайно малое значение, которое, естественно, стоит в тесной связи с энергией одной молекулы и точное значение которой приводит поэтому к вычислению массы одной молекулы и связанных с ней величин. Эта постоянная часто обозначается как больцмановская постоянная, хотя сам Больцман никогда не вводил ее, насколько я знаю; это странное обстоятельство объясняется тем, что Больцман, как это, по-видимому, следует из его случайных высказываний, совершенно не думал о возможности точного измерения этой постоянной. Ничто не может лучше иллюстрировать успехи, достигнутые в последние 20 лет искусством экспериментирования, чем факт, что теперь открыт не один, а множество методов измерения массы одной молекулы почти с такой же точностью, как и массы планеты.

В то время, когда я произвел соответствующее вычисление, исходя из формулы закона излучения, точная проверка полученного числа была вообще невозможна, и не оставалось ничего другого, как определить допустимый порядок его величины. Однако вскоре Резерфорд и Гейгеру удалось определить путем непосредственного счета α -частиц значение элементарного электрического заряда в $4,65 \cdot 10^{-10}$ электростатических единиц, согласие которого с вычисленным мной числом $4,69 \cdot 10^{-10}$ может рассматриваться как решающее подтверждение правильности моей теории. Впоследствии методы, разработанные

Регенером, Миллиkenом и другими, привели к небольшому повышению этого значения.

Гораздо труднее было истолковать значение второй универсальной постоянной закона излучения, которую я назвал элементарным квантом действия, так как она представляет произведение энергии и времени, равное по первому вычислению $6,55 \cdot 10^{-27}$ эргам в секунду. Она была совершенно необходима для получения правильного выражения энтропии, так как только при ее помощи можно было установить величину “элементарных областей” вероятности; однако она упорно не поддавалась никаким попыткам уместить ее в каком-нибудь подобающем виде в рамки классической теории. При больших энергиях или больших периодах времени, пока их можно было рассматривать как бесконечно малые, все было в полном порядке, но в общем случае в каком-нибудь месте вдруг обнаруживался разрыв, который становился все шире при переходе к более слабым и быстрым колебаниям. Крушение всех попыток перебросить мост через возникшую пропасть вскоре уничтожило все сомнения: или квант действия был фиктивной величиной – тогда весь вывод закона излучения был принципиально иллюзорным и представлял просто лишенную содержания игру в формулы, или при выводе этого закона в основу была положена правильная физическая мысль – тогда квант действия должен был играть в физике фундаментальную роль, тогда появление его возвещало нечто совершенно новое, дотоле неслыханное, что, казалось, требовало преобразования самых основ нашего физического мышления, покоившегося, со времен обоснования анализа бесконечно малых Ньютоном и Лейбницем, на предположении о непрерывности всех причинных связей.

Опыт решил в пользу второй альтернативы. Но тем, что это произошло так скоро и решительно, наука обязана не подтверждению закона распределения энергии теплового излучения, тем более не данному мною специальному способу вывода этого закона; она обязана этим работам тех неустанно стремившихся вперед ученых, которые пользовались в своих исследованиях понятием кванта действия. Первый шаг в этой области был сделан А. Эйнштейном, который, с одной стороны, указал на то, что для ряда замечательных наблюдений над действиями света, такими, как явление Стокса, испускание электронов, ионизация

газов, по-видимому, можно получить простое объяснение, если ввести обусловливаемые квантом действия кванты энергии. С другой стороны, отождествляя выражение энергии системы резонаторов с энергией твердого тела, он получил формулу для теплоемкости твердого тела, дающую в общем правильное представление об изменениях теплоемкости, особенно об ее уменьшении при падении температуры. При этом поднято было немало различных вопросов, всесторонняя точная разработка которых с течением времени вызвала к жизни обширный ценный материал. Даже приблизительно полный обзор множества выполненных здесь работ не может входить в мою задачу; речь может идти лишь о том, чтобы отметить важнейшие характерные этапы на пути развивающейся науки...

...Если приведенные мной до сих пор взятые из различнейших областей физики опытные факты представляют подавляющий материал в пользу существования кванта действия, то с обоснованием и развитием теории атома Нильсом Бором гипотеза квант получила еще более прочную основу. В кванте действия этой теории суждено было найти долго искавшийся ключ к воротам в чудесную страну спектроскопии, которые со времени открытия спектрального анализа упорно не поддавались всем попыткам отворить их. Как только путь освободился, полился целый поток новообретенных познаний обо всей этой области, равно как и о соседних областях физики и химии. Первым блестящим достижением было получение формулы серии Бальмера для водорода и гелия, включительно до выражения универсальных постоянных Ридберга через хорошо известные величины, причем даже небольшая разница этих постоянных для водорода и гелия оказалась необходимо обусловленной слабым движением тяжелого атомного ядра. Это закончилось открытием других серий в оптическом и рентгеновском спектрах при помощи всегда плодотворного комбинационного принципа Ритца, только теперь понятого во всем своем значении.

После того, как Зоммерфельд показал, что при надлежащем распространении закона распределения квант на систему со многими степенями свободы, при условии учета изменяемости массы, требуемой теорией относительности, получается волшебная формула, по которой спектры водорода и гелия должны были открыть загадку своей тонкой

структуры, насколько она вообще могла быть определена измерениями Пашена, тончайшими из всех ныне возможных (достижение, вполне равноценное знаменитому открытию планеты Нептуна, существование и элементы орбиты которой были вычислены Леверье раньше, чем ее видел человеческий глаз), – после всего этого даже те, кто, видя количественные совпадения, которые при чрезвычайной точности спектроскопических измерений должны быть особенно убедительны, все еще склонялись считать все это игрой случая, в конце концов принуждены были оставить последние сомнения. ...

...После всех этих результатов, для полного изложения которых нужно было бы привлечь еще много громких имен, судье, не желающему пренебрегать фактами, не остается ничего другого, как дать кванту действия (который среди пестрого множества различных процессов в каждом отдельном случае всегда появлялся как одна и та же величина, именно $6,54 \cdot 10^{-27}$ эргов в секунду) полные права гражданства в системе универсальных физических постоянных. Должно показаться странным совпадением, что в то время, когда мысль об общей относительности проложила себе свободную дорогу и достигла неслыханных успехов, природа открыла как раз там, где этого менее всего можно было ожидать, нечто абсолютное, некую действительно неизменную единицу измерения, посредством которой можно величину действия, содержащуюся в пространственно-временном элементе, выразить совершенно определенным, свободным от произвола числом, отчего она лишится своего относительного характера.

Конечно, введение кванта действия еще не создает никакой истинной теории квант. Может быть, путь, который еще остался для исследования, не менее далек, чем путь от открытия скорости света Олафом Рёмером до обоснования теории света Максвеллом. Выше я уже касался трудностей, возникших с самого начала при введении кванта действия в установленную классическую теорию. С течением времени они, скорее, увеличились, чем уменьшились, и если за этот промежуток бурно несущееся вперед исследование на время перешло от них к текущим вопросам, то добросовестного систематика эти зияющие пустоты удручают еще мучительнее. То, что является в теории Бора основным предположением при установлении законов действия,

слагается из известных гипотез, которые, без сомнения, каждым физиком прошлого поколения были бы совершенно отвергнуты. Можно еще считать приемлемым то, что известные, отмеченные совершенно определенными квантовыми условиями пути играют особенную роль; менее легко принять, что электроны,двигающиеся по этим путям с ускорением, не излучают совершенно никакой энергии. Но теоретику, воспитаннику классической школы, должно показаться чудовищным и неприемлемым требование, что четко определенная частота испускаемого светового кванта должна быть иной, чем частота излучающего электрона.

Но дело решают цифры, и вследствие этого теперь роли постепенно изменились по сравнению с прошлым. Вначале речь шла о том, каким образом с большими или меньшими усилиями втиснуть новый чуждый элемент в рамки общепринятых теорий; теперь, завоевав надежное место, он, со своей стороны, перешел в нападение, и сейчас уже ясно, что эти старые рамки каким-нибудь образом будут им сломаны. Неясно еще только, где и в какой степени ему удастся сделать это. Если позволительно уже сейчас высказать мнение об ожидаемом исходе этой горячей битвы, то, кажется, все говорит за то, что из классических теорий великие принципы термодинамики и в теории квант не только сохраняют в неприкосновенности свое центральное положение, но даже соответствующим образом расширят свои владения. То значение, которое принадлежало при обосновании классической термодинамики умственному эксперименту, теперь, в теории квант ... новые идеи Бора открывают нам вполне соответствующий путь в глубь открытой им страны чудес.

Есть в особенности один вопрос, от исчерпывающего ответа на который мы должны, по моему мнению, ожидать значительных результатов. Что будет с энергией одного светового кванта после совершившегося полного испускания? Будет ли она, по волновой теории Гюйгенса, расширяться при дальнейшем распространении по всем направлениям, занимая все большее пространство и бесконечно утончаясь? Или, по ньютоновской теории истечения, она полетит, как брошенный снаряд, в одном направлении? В первом случае квант не был бы более в состоянии сконцентрировать свою энергию в одном месте пространства

настолько, чтобы он смог освободить электрон, связанный с атомом, но во втором пришлось бы пожертвовать главнейшим триумфом теории Максвелла – непрерывностью между статистическим и динамическим полем, а вместе с этим и вполне разработанной до тончайших подробностей теорией интерференционных явлений. И то, и другое следствие одинаково печально для теперешних теоретиков.

Но и здесь будет, как всегда: ни в каком случае не может быть сомнения, что наука преодолеет также и эту тяжелую дилемму; и то, что сегодня кажется нам непонятным, когда-нибудь будет казаться, с более высокой точки зрения, особенно простым и гармоничным. Но прежде, чем эта цель будет достигнута, проблема кванта действия не перестанет побуждать и оплодотворять мысль исследователей, и чем большие трудности представятся в ее решении, тем важнее она окажется для расширения и углубления всего нашего физического знания.

Планк М. Избранные труды. – М.: Наука, 1975, с. 603–612.

Нільс Бор



Бор Нільс (1885–1962) – видатний датський фізик, один із творців сучасної фізики. Засновник (1920) і керівник Інституту теоретичної фізики в Копенгагені (Інститут Нільса Бора); творець світової наукової школи. У 1943–1945 працював у США. Створив теорію атома, в основу якої лягли планетарна модель атома Нагаокі – Резерфорда, квантові уявлення і запропоновані ним нові постулати. Крім того, йому належать важливі роботи з теорії металів, теорії атомного ядра та ядерних реакцій, а також праці з філософії природознавства. Бор був активним учасником боротьби проти атомної загрози. Визнаний гідним Нобелівської премії 1922 р. “... за заслуги у вивченні будови атомів та їхнього випромінювання”.

Ми наводимо тут введення до першої з трьох робіт Бора “Про будову атомів і молекул” (1913).

Н. Бор. О строении атомов и молекул (1913)

Введение

Для объяснения результатов опытов по рассеянию микрочастиц веществом Резерфорд выдвинул свою теорию строения атома. Согласно этой теории, атом состоит из положительно заряженного ядра и системы окружающих его электронов, удерживаемых силами притяжения ядра. Общий отрицательный заряд электронов равен положительному заряду ядра. В ядре содержится основная часть массы атома, а его линейные размеры исключительно малы по сравнению с линейными размерами всего атома. Число электронов в атоме приблизительно равно половине атомного веса. К этой модели атома нужно относиться с большим вниманием, ибо, как показал Резерфорд, предположение о существовании таких ядер необходимо для объяснения опытных данных по рассеянию α -лучей на большие углы.

При попытке объяснить некоторые свойства веществ на основе этой модели атома мы, однако, сталкиваемся с серьезными трудностями, вытекающими из кажущейся неустойчивости системы электронов. В ранее принятых моделях атома, например предложенной Дж. Дж. Томсоном, эти трудности не возникали. По теории последнего, атом состоит из равномерно заполненного положительным электрическим зарядом шара, в котором электроны движутся по окружностям.

Основное различие между моделями, предложенными Томсоном и Резерфордом, заключается в том, что силы, действующие на электроны в модели Томсона, допускают определенные конфигурации и движения, обеспечивающие устойчивое равновесие системы; такие конфигурации, по-видимому, не существуют для модели Резерфорда. Суть обсуждаемого различия яснее всего проявляется, если заметить, что среди величин, характеризующих первый атом, имеется одна – радиус положительно заряженного шара – с размерностью длины, притом того же порядка, что и линейная протяженность атома, тогда как среди величин, характеризующих второй атом (заряды и массы электронов и положительного ядра), такая длина отсутствует, и ее нельзя определить с помощью перечисленных величин.

Способ рассмотрения проблемы такого рода претерпел, однако, за последние годы существенные изменения благодаря развитию теории теплового излучения и появлению прямых подтверждений в опытах над различными явлениями (теплоемкость, фотоэффект, рентгеновы лучи и т. д.) тех новых предположений, которые были введены в эту теорию. Обсуждение этого вопроса приводит к выводу, что классическая электродинамика, очевидно, неприменима для описания поведения систем атомных размеров. Что касается законов движения электронов, то представляется необходимым ввести в эти законы чуждую классической электродинамике величину, а именно: постоянную Планка, или, как ее часто называют, элементарный квант действия. Если ввести эту величину, то вопрос о стабильных конфигурациях электронов в атомах существенно меняется, так как размерность и величина этой постоянной таковы, что вместе с массой и зарядом частиц она позволяет определить длину нужного порядка.

Настоящая статья является попыткой показать, что применение указанной выше идеи к модели атома Резерфорда создает основу для теории строения атома...

Бор Н. Избранные научные труды, т. 1, под ред. И. Е. Тамма, В. А. Фока и Б. Г. Кузнецова, “Классики науки”. –М.: Наука, 1970.

Ервін Шрєдінгер

Шрєдінгер Ервін (1887–1961) – видатний австрійський фізик-теоретик, один із творців квантової механіки. Розробив (1926) так звану хвильову механіку, сформулював її основне рівняння (знамените рівняння Шрєдінгера), довів її ідентичність матричному варіанту квантової механіки В. Гейзенберга. Має оригінальні праці з кристалографії, математичної фізики, теорії відносності, біофізики. Йому була присуджена Нобелівська премія (1933, разом з П. Діраком) “...за розробку нових, перспективних форм атомної теорії”.

Ми наводимо тут передмову до збірника робіт Шрєдінгера “Праці з хвильової механіки” (1928).



Э. Шрєдингер. Труды по волновой механике (1926)

Предисловие

...Гамильтонова оптико-механическая аналогия есть аналогия с *геометрической* оптикой, поскольку *траектория* изображающей точки в конфигурационном пространстве соответствует в оптике *лучу света*, который определен лишь в рамках геометрической оптики. Представления волновой оптики ведут к отказу от понятия *траектории*, если размеры траектории *невелики* по сравнению с длиной волны. Только тогда, когда это так, остается приближенно применимым понятие траектории и с ним вся классическая механика. Напротив, для “микромеханических” движений основные уравнения механики неприменимы в той же степени, что и геометрическая оптика для решения дифракционных задач, и вместо основных уравнений механики следует, как и в оптике, пользоваться *волновым уравнением* в конфигурационном пространстве. Это уравнение сформулировано сначала для чисто периодических, синусоидальных во времени колебаний; его можно вывести также из “вариационного принципа Гамильтона”. Оно содержит параметр *E*, соответствующий при переходе к макроскопическим

задачам механической *энергии* и для каждого синусоидального во времени колебания равной частоте, умноженной на постоянную Планка h . Решения, которые вместе со своими производными во всем конфигурационном пространстве однозначны, непрерывны и ограничены (конечны), могут быть у волнового, или колебательного, уравнения в общем случае только при некоторых избранных значениях параметра E — при *собственных значениях*. Они образуют “спектр собственных значений”, который часто наряду с дискретными точками (“*линейчатый спектр*”) содержит также непрерывные части (“*сплошной спектр*”, в большинстве формул не учитываемый). Собственные значения либо совпадают с энергетическими уровнями (спектроскопическими “термами”, умноженными на h) прежней квантовой теории, либо отличаются от них в согласии с опытом (невозмущенное кеплерово движение, гармонический осциллятор, жесткий ротатор, нежесткий ротатор, эффект Штарка). Указанные отличия состоят в появлении нецелых квантовых чисел (а именно, половин нечетных чисел) у осциллятора и ротатора и в отсутствие “избыточных” уровней в задаче Кеплера (а именно, уровней с исчезающим азимутальным, или экваториальным, квантовым числом). В этом пункте имеется согласие с квантовой механикой Гейзенберга, что допускает общее обоснование квантовой и волновой механики.

Для вычисления собственных значений и соответствующих решении волнового уравнения (“*собственных функций*”) в более сложных случаях развита *теория возмущений*, позволяющая более трудную задачу свести с помощью квадратур к “близкой” задаче, являющейся более простой. “Вырождение” соответствует наличию *кратных* собственных значений. ...

... Чтобы понять, как малая механическая система может испускать *электромагнитные* волны с частотой, равной разности термов (разность двух собственных значений, деленная на h), и как получить теоретические результаты об интенсивности и поляризации электромагнитных волн, необходимо приписать функции ψ в конфигурационном пространстве определенный физический, а именно электромагнитный, смысл; до сих пор она имела чисто формальный смысл, удовлетворяя указанному выше волновому уравнению. Физический смысл функции

ψ выясняется для общего случая системы с произвольным числом степеней свободы лишь к концу серии работ (предварительная попытка для задачи об *одном* электро́не оказалась несовершенной). Определенное распределение ψ в конфигурационном пространстве толкуется как непрерывное распределение электрического заряда (и плотности электрического тока) в реальном пространстве. Если из этого распределения заряда вычислить обычным путем составляющую электрического момента всей системы в каком-нибудь направлении, то эта последняя оказывается суммой отдельных *слагаемых*, получающихся как парные комбинации каждых двух собственных колебаний. Каждое такое слагаемое колеблется во времени синусоидально с частотой, равной разности соответствующих собственных частот..... Если длина волны *электромагнитных* волн, соответствующая разностной частоте, велика по сравнению с размерами объема, в котором сосредоточено все распределение заряда, то по законам обычной электродинамики амплитуда парциального момента.... есть мера интенсивности света, излученного с *данной* частотой и *данной* поляризацией. Электродинамическая гипотеза о ψ и последующее чисто классическое вычисление излучения базируются на опыте, поскольку они дают обычные *правила отбора* и *поляризации* для осциллятора, ротатора и атома водорода; кроме того, они дают для тонкого расщепления линий серии Бальмера в электрическом поле удовлетворительные отношения интенсивностей. ...

... Амплитуды парциальных моментов тесно связаны с теми величинами (“матричными элементами”), которые, согласно формальной теории Гейзенберга, Борна и Иордана, определяют излучение. Можно доказать далеко идущую формальную тождественность обеих теорий, согласно которой вычисленные частоты испускания и правила отбора и поляризации всегда совпадают, причем отмеченный выше успех при вычислении интенсивностей можно в равной степени отнести в актив как матричной теории, так и теории, излагаемой здесь.

Все предыдущее относится к консервативным системам; окончательная формулировка теории неконсервативных систем может быть дана только в последней работе. Для неконсервативных систем использованное ранее колебательное уравнение должно быть обобщено и превращено в настоящее волновое уравнение, содержащее в явном

виде *времени* и пригодное не только для чисто синусоидальных колебаний (с частотой, входящей в уравнение как параметр), но и для произвольной зависимости от времени. С помощью обобщенного волнового уравнения можно рассмотреть взаимодействие системы с падающей световой волной и вывести разумную формулу дисперсии, опираясь на ту же электродинамическую гипотезу о функции ψ

... Теория, о которой говорилось выше, соответствует классической (т. е. нерелятивистской) механике и не учитывает магнитного поля. Поэтому как волновое уравнение, так и составляющие 4-вектора тока не инвариантны при преобразованиях Лоренца... Необходимо также усовершенствование волновой механики, о котором сейчас можно только упомянуть и которое имеет то же значение, что и учет электронного спина *по* Уленбеку и Гаудсмиту в старой квантовой механике, оперирующей с траекториями электронов; при этом, если в последней одновременно с введением электронного спина следует требовать *ad hoc* “полуцелых” азимутальных квантовых чисел, чтобы уже для атома водорода не прийти в резкое противоречие с опытом, то волновая механика (равно как и квантовая механика Гейзенберга) *непринужденно* дает эти полуцелые числа и поэтому с самого начала ведет к тому уточнению, необходимость которого в рамках прежней теории была выяснена только на более сложных явлениях, таких как эффект Пашена – Бака в водороде, аномальные эффекты Зеемана, структура мультиплетов, законы рентгеновских дублетов и аналогичные законы для дублетов щелочных металлов.

Шрёдингер Э. Труды по волновой механике // Жизнь науки. Антология вступлений к классике естествознания. – М.: Наука, 1973. – С. 551–554.

Альберт Ейнштейн

Ейнштейн Альберт (1879–1955) – геніальний фізик-теоретик, один з засновників сучасної фізики. Народився в Німеччині, з 1893 навчався і жив у Швейцарії, з 1914 – у Німеччині, у 1933 емігрував до США. Створив спеціальну (приватну) (1905) і загальну (1907–1916) теорії відносності. Автор основних праць з квантової теорії світла: ввів поняття фотона (1905), установив закони фотоелектру, основний закон фотохімії (закон Ейнштейна), передбачив (1917) індуковане випромінювання (що пізніше лягло в основу створення лазера і мазера). Розвив статистичну теорію броунівського руху, заклали основи теорії флуктуацій; створив квантову статистику Бозе – Ейнштейна. З 1933 р. працював над проблемами космології та єдиної теорії поля. У 30-ті рр. виступав проти фашизму, війни, у 40-ві – проти застосування ядерної зброї. У 1940 підписав колективний лист президентові США про небезпеку створення ядерної зброї в Німеччині, що зрештою стимулювало американські ядерні дослідження. Один з ініціаторів створення держави Ізраїль. Йому було присуджено Нобелівську премію 1921 р. “...за праці з теоретичної фізики, особливо за відкриття законів фотоелектру”.



Ми тут наводимо вступний параграф до його основної статті “До електродинаміки рухомих тіл, що рухаються”, (1905).

А. Эйнштейн. К электродинамике движущихся тел (1905)

Известно, что электродинамика Максвелла в современном ее виде приводит в применении к движущимся телам к асимметрии, которая несвойственна, по-видимому, самим явлениям. Вспомним, например, электродинамическое взаимодействие между магнитом и проводником с током. Наблюдаемое явление зависит здесь только от относительного движения проводника и магнита, в то время как, согласно обычному представлению, два случая, в которых движется либо одно, либо другое из этих тел, должны быть строго разграничены. В самом деле, если

движется магнит, а проводник покоится, то вокруг магнита возникает электрическое поле, обладающее некоторым количеством энергии, которое в тех местах, где находятся части проводника, порождает ток. Если же магнит находится в покое, а движется проводник, то вокруг магнита не возникает никакого электрического поля; зато в проводнике возникает электродвижущая сила, которой самой по себе не соответствует никакая энергия, но которая – при предполагаемой тождественности относительного движения в обоих интересующих нас случаях – вызывает электрические токи той же величины и того же направления, что и электрическое поле в первом случае.

Примеры подобного рода, как и неудавшиеся попытки обнаружить движение Земли относительно “светоносной среды”, ведут к предположению, что не только в механике, но и в электродинамике никакие свойства явлений не соответствуют понятию абсолютного покоя и даже, более того, – к предположению, что для всех координатных систем, для которых справедливы уравнения механики, справедливы те же самые электродинамические и оптические законы, как это уже доказано для величин первого порядка. Это предположение (содержание которого в дальнейшем будет называться “принципом относительности”) мы намерены превратить в предпосылку и сделать, кроме того, добавочное допущение, находящееся с первым лишь в кажущемся противоречии, а именно, что свет в пустоте всегда распространяется с определенной скоростью V , не зависящей от состояния движения излучающего тела. Эти две предпосылки достаточны для того, чтобы, положив в основу теорию Максвелла для покоящихся тел, построить простую, свободную от противоречий, электродинамику движущихся тел. Введение “светоносного эфира” окажется при этом излишним, поскольку в предлагаемой теории не вводится “абсолютно покоящееся пространство”, наделенное особыми свойствами, а также ни одной точки пустого пространства, в котором протекают электромагнитные процессы, не приписывается какой-нибудь вектор скорости.

Основы общей теории относительности (1916)

Излагаемая здесь теория является наиболее радикальным обобщением общеизвестной в настоящее время “теории относительности”; последнюю, в отличие от первой, я буду называть “специальной теорией

относительности”, предполагая, что с нею читатель знаком. Обобщение теории относительности существенно облегчалось благодаря работам математика Минковского, который впервые вскрыл формальное равноправие пространственных координат и временной координаты в специальной теории относительности и использовал это равноправие для построения теории. Необходимый для общей теории относительности вспомогательный математический аппарат уже существовал в форме “абсолютного дифференциального исчисления”, основы которого были заложены в исследованиях Гаусса, Римана и Кристоффеля, посвященных неевклидовым пространствам; это исчисление, приведенное в систему Риччи и Леви-Чивитой, уже применялось для решения задач теоретической физики...

...Наконец, хочу поблагодарить здесь своего друга, математика М. Гроссмана, который не только избавил меня от изучения специальной математической литературы, но и поддерживал в поисках уравнений гравитационного поля.

Эйнштейн А. Собрание научных трудов в 4-х т. Т. I. Работы по теории относительности. “Классики науки”. М.: Наука, 1965, с. 7–8, 452.

Володимир Фок



Фок Володимир Олександрович (1898–1974) видатний російський фізик-теоретик. Народився в Петербурзі. Вищу освіту одержав у Петроградському університеті. У 1927 він був відряджений за кордон (у Геттінген і Париж) на один рік. Роботи цього періоду відразу висунули його в число провідних фізиків-теоретиків світу. Після повернення на батьківщину він читає перші курси лекцій, а в 1932 випускає перший в російській літературі посібник з квантової механіки. Має фундаментальні праці з квантової механіки та електродинаміки, загальної теорії відносності. Йому належать також оригінальні дослідження з поширення радіохвиль, математики, математичної фізики, філософських питань фізики.

Тут ми наводимо фрагмент однієї з останніх робіт В. А. Фока, в якій він стисло викладає основні ідеї фізики XX століття.

В.А. Фок. Квантовая физика и строение материи (1965)

§ 1. Физика атомно-молекулярная и физика ядерная (малые и большие энергии)

Для понимания свойств вещества, вытекающих из его атомно-молекулярного строения, необходимо знание законов, определяющих свойства отдельных атомов и молекул. Атомы и молекулы представляют собой системы, составленные из тяжелых ядер с положительным зарядом и легких электронов, заряженных отрицательно. Строение атомов и молекул и взаимодействие их между собой и с излучением не может быть, однако, объяснено на основе законов классической физики. Самый факт устойчивости атомных систем и характер испускаемого ими света (спектральные линии) несовместим с классической механикой и электродинамикой и требует иных основ для своего объяснения. Эти новые основы были действительно найдены в 20-х и 30-х годах нашего века. Законы, определяющие свойства атомов и молекул,

формулированы в виде стройной теории, которая носит название квантовой механики.

Квантовая механика хорошо объясняет явления в той области физики, которую можно характеризовать как область малых энергий (мы имеем в виду ту энергию, которая приходится, во время реакций, на одну частицу). Примем за единицу энергии один электроновольт, т. е. энергию, приобретаемую электроном при пробеге разности потенциалов в 1 вольт в ускоряющем электрическом поле. Тогда характерная для атомно-молекулярной области энергия на одну частицу (например, энергия вырывания одного или нескольких электронов из атома) будет выражаться числом порядка от единицы до нескольких десятков или сотен. При таких энергиях можно рассматривать ядра атомов, а также электроны, как неизменные образования. Число входящих в систему частиц каждого сорта будет тогда неизменным

Но в настоящее время изучаются также явления, в которых энергия реакции (в расчете на одну частицу) в миллионы или даже в миллиарды и в сотни миллиардов раз больше, чем в атомно-молекулярной области. Мы имеем в виду ядерную физику. При столь высоких энергиях в ходе реакций могут создаваться новые частицы, а также могут распадаться или превращаться в излучение такие частицы, которые при менее энергичных воздействиях могли считаться неизменными. Чтобы судить о порядке величины энергий, при которых могут создаваться новые частицы, можно выразить в электроновольтах энергию покоя $W_0 = m_0 c^2$ данной частицы; для электрона эта величина будет около полумиллиона, а для протона — около одного миллиарда электроновольт.

Таким образом, атомно-молекулярная область характеризуется малыми энергиями, а область ядерных реакций — большими энергиями.

Физика малых энергий имеет под собой, как мы уже говорили, прочную теоретическую основу — квантовую механику, принципы которой в настоящее время можно считать окончательно выясненными. Математический аппарат квантовой механики проверен на множестве конкретных приложений. Физика больших энергий требует, прежде всего, обобщения квантовой механики частиц на релятивистскую область и сближения ее с квантовой теорией поля, передающего взаимодействие

между частицами. Это сделано до сих пор лишь отчасти, и, хотя в этой области получены многие важные результаты, квантовая теория поля и элементарных частиц далека от своего завершения. Даже принципы классификации элементарных частиц еще не вполне ясны. Физика больших энергий находится в настоящее время в состоянии бурного развития.

Говоря в этой работе о квантовой физике, мы будем иметь в виду главным образом физику малых энергий и ее теоретическую основу – нерелятивистскую квантовую механику. Уже эта ограниченная область содержит так много нового, не только в том, что касается фактов, но и в самой постановке задачи описания физических явлений, что понимание ее значительно расширяет круг наших привычных представлений и требует соответствующих философских обобщений.

§ 2. Противоречия между свойствами атомных объектов и классической физикой

Заслуга новой постановки задачи описания явлений атомного масштаба принадлежит, прежде всего, великому датскому ученому Нильсу Бору; точка зрения, проводимая в настоящей работе, представляет результат критической разработки, развития и уточнения идей Бора.

Чтобы убедиться в необходимости новой постановки задачи, сопоставим явление дифракции электронов, в котором проявляются их волновые свойства, с давно известным фактом атомизма электрического заряда. Пучок электронов определенной энергии, прошедший сквозь кристалл и падающий на фотопластинку, дает дифракционную картину, которую нельзя объяснить иначе как на основе волновых представлений: картина эта соответствует наложению волн, рассеянных каждым атомом кристалла. При этом дифракционная картина не зависит от интенсивности пучка, та же картина получается в предельном случае весьма слабых пучков, когда можно считать, что электроны падают на кристалл поодиночке. Таким образом, волновые свойства нужно приписать каждому электрону в отдельности, а не только совокупности электронов. Вместе с тем, каждый электрон, попадая на фотопластинку, дает почернение только в одном месте (в одном зерне светочувствительного слоя), и лишь совокупность почерневших зерен дает распределение интенсивности прошедшего пучка (электронограмму).

В настоящее время электронограммы широко используются при исследовании вещества.

Итак, электрон ведет себя в одних условиях (при прохождении сквозь кристалл) как протяженная волна, а в других (при попадании на зерно фотослоя) – как строго локализованная частица. На основе классических представлений такого различия в поведении электрона в разных условиях объяснить нельзя.

Рассмотрим другой пример. Атом водорода состоит, как известно, из тяжелого ядра (протона) с положительным зарядом одного электрона. Такой системе из двух зарядов невозможно приписать, по классическим представлениям, такое состояние, которое обладало бы сферической симметрией. Между тем, мы знаем, что в основном состоянии (а также в некоторых других) атом водорода обладает сферической симметрией, это подтверждается поведением атома водорода при столкновении с другими частицами.

Этих простейших примеров уже достаточно, чтобы убедиться в том, что классическое описание неприменимо к микрообъектам, подобным электрону.

Здесь необходимо уточнить, что мы разумеем под классическим описанием, и какие именно его черты делают его неприменимым к атомным объектам.

§ 3. Абстракции, используемые классической физикой

Классическое описание физического процесса или явления характеризуется рядом абстракций, прежде всего предполагаемой независимостью явления от условий наблюдения. Единственное обстоятельство, связанное с условиями наблюдения и учитывавшееся также и в классической физике, есть выбор системы отсчета: по отношению к двум движущимся друг относительно друга системам отсчета одно и то же явление будет иметь различный вид, и это всегда учитывалось. Вопросу же о том, какими средствами производится наблюдение, принципиального значения не придавалось. Физический процесс рассматривался как нечто происходящее само по себе, а не как явление, конкретно познаваемое при помощи тех или иных средств наблюдения. Иначе говоря, явление рассматривалось не по отношению к прибору того или иного устройства, а самое большее, по отношению

к прибору, определенным образом движущемуся как целое (по отношению к определенной системе отсчета).

Такого рода абстракция, принятая в классической физике, может быть названа *абсолютизацией* понятия физического процесса.

Дальнейшей абстракцией является допускаемая в классической физике возможность неограниченно уточнять наблюдение и наблюдать разные стороны одного и того же процесса, не нарушая самого процесса. Эта абстракция тесно связана с предыдущей. В самом деле, если считать, что физический процесс не зависит от условий наблюдения, а имеет, в этом смысле, абсолютный характер, то естественно думать, что, варьируя условия наблюдения, можно проследить разные стороны одного и того же процесса. Комбинируя получаемые таким путем данные в единую картину (что признается возможным в классической физике), мы пришли бы к уточненному описанию физического процесса, к его *детализации*, которая может быть в принципе неограниченной. Ту же мысль о возможности неограниченной детализации физического процесса можно выразить другими словами. Можно сказать, что классическая физика допускала в принципе такую постановку опыта, в которой одновременно и сколь угодно детально были бы прослежены все стороны физического процесса.

Рассматривая происходящий в физической системе процесс как протекающую во времени смену состояний системы, классическая физика приходит к абсолютизации понятия состояния, причем этому понятию придается смысл некоей исчерпывающей характеристики системы: для системы с данными степенями свободы задание состояния означает задание мгновенных значений всех относящихся к системе величин. Вопрос о конкретных условиях измерения этих величин и о конкретных способах констатации того или иного состояния, а также о времени, потребном для такой констатации, в классической физике не ставился. Характеризуя состояние заданием ряда физических величин (или функций), соответствующих степеням свободы физической системы, классическая физика получала полное описание физического процесса, установив ход изменения этих величин или функций во времени.

Таким образом, основные абстракции, используемые классической физикой, сводятся к предположениям об абсолютном характере

физических процессов (в смысле их независимости от условий наблюдения) и о возможности сколь угодно детального (а в пределе — исчерпывающе точного и всестороннего) их описания.

С этими предположениями связано понятие о лапласовском механическом детерминизме.

Классическая механика и электродинамика представляют примеры теорий, которые позволяют определить состояние соответствующей (механической или электродинамической) системы в любой момент времени, коль скоро известно ее начальное состояние. Обобщая это положение на любые системы, можно было бы прийти к выводу, что все вообще процессы в природе однозначно предопределены. В такой крайней форме делаемый вывод граничит с фатализмом и представляется явно неприемлемым. Но в смягченной форме, в применении к ограниченным физическим системам, предположение об однозначной детерминированности процессов может считаться характерным для классической физики. Исключением являлась термодинамика, где приходилось вводить понятие о вероятности и о флуктуациях. Но там необходимость введения этих понятий оправдывалась сложностью рассматриваемых систем и невозможностью точно узнать их начальное состояние. Впрочем, несоответствие между термодинамикой, оперирующей с вероятностями, и детерминистской классической физикой ощущалось всегда, и попытки обоснования термодинамики на основе классической физики встречались со значительными трудностями.

§ 4. Исторические корни принципов классической физики

Свойственные классической физике идеализации, о которых мы говорили выше, отнюдь не являются произвольными. Напротив, они совершенно естественно возникли в результате развития естествознания прошлых веков. В самом деле, еще в XIX веке не было способов изучать непосредственно поведение отдельных атомов, и самый факт существования атомов обосновывался путем косвенных умозаключений. Физика непосредственно имела дело с телами гораздо более крупного масштаба, по отношению к которым воздействие, связанное с измерением, играло совершенно ничтожную роль; в тех редких случаях, когда оно было заметным, его можно было учесть и внести на него поправки. При таком положении вещей казалось само собою разумеющимся

представление об абсолютном характере физических процессов; это казалось настолько ясным, что даже не формулировалось особо. Лишь позднейшее развитие физики показало, что абсолютизация физических процессов не есть логическая необходимость, а представляет допущение, которое может и не оправдываться,

Аналогичный характер имеет и молчаливо принимаемое в классической физике допущение о возможности неограниченной детализации физического процесса в смысле всестороннего и подробного его описания. Такая возможность, по крайней мере в принципе, не вызывала сомнений.

Наконец, возникновение и распространение на всю физику лапласовского механического детерминизма также становится понятным в историческом аспекте. Здесь несомненно влияние колоссальных успехов механики, в частности небесной механики, в XVIII и XIX столетиях. Эти успехи отодвинули на второй план идеи и точки зрения, находившие применение в других областях науки, например в науках о живых организмах и о человеке (биология, социология, история), где допущение однозначной детерминированности событий явно непригодно.

Развитие электродинамики в конце XIX века не поколебало господствовавших в физике позиций однозначного детерминизма. Важным результатом этого развития явилось то, что электромагнитное поле стало рассматриваться как самостоятельная физическая реальность, наряду с материальными телами, на которые оно действует. Считая поле и тела единой физической системой, физика пришла к соответствующему обобщению понятия состояния системы. Поскольку это обобщение удовлетворяло условию, что состояние системы в последующие моменты времени однозначно определяется ее начальным состоянием, позиции однозначного детерминизма были сохранены.

Представление о том, что явления должны описываться по отношению к определенной системе отсчета, было с полной ясностью формулировано еще Галилеем. Это представление уже содержит в себе элементы относительности к средствам наблюдения. Такая относительность учитывается здесь постольку, поскольку речь идет о движении регистрирующего прибора как целого, т. е. поскольку можно заменить понятие “средство наблюдения” понятием “система отсчета”.

Тщательный анализ явления распространения света и световых сигналов, сделанный на основе представления об относительности к системе отсчета, привел Эйнштейна в 1905 г. к его теории относительности. В этой теории, которую, впрочем, правильнее было бы называть “хроногеометрией” или теорией пространства и времени, содержится много новых понятий, но основные принципы классической физики, о которых мы говорили выше, ею не затрагиваются.

Таким образом, вековое развитие физики, включая XIX век, привело к тому, что абсолютный характер физических процессов, возможность их неограниченной детализации и их однозначная детерминированность стали считаться основами физической науки. Эти принципы обычно не формулировались явно, но фактически они настолько укоренились в сознании ученых, что как бы признавались априорными основами науки и научной философии. Лишь открытие квантовой механики заставило критически проанализировать их. При этом обнаружилось, что к проблеме описания квантовых явлений они неприменимы. Тогда стало ясно, что указанные принципы отражают лишь определенный этап развития науки, но не являются априорными, раз навсегда установленными предпосылками описания явлений природы.

§ 5. Неравенства Гейзенберга как граница применимости классического способа описания

Вернемся теперь к рассуждениям § 2. Мы рассмотрели там примеры (сферическая симметрия системы двух зарядов, интерференция электронных волн), показывающие, что классическое описание неприменимо к микрообъектам, подобным электрону. В то же время мы знаем, что к достаточно крупным (макроскопическим) объектам классическое описание применимо с очень большой точностью. Возникает вопрос: каковы границы применимости и пределы точности классического способа описания объектов, характеризуемого, как мы видели, полным отвлечением от условий наблюдения?

Рассмотрим простейшее явление — движение материальной точки массы m . По классической механике, состояние движения материальной точки для каждого момента времени определяется значениями ее координат x , y , z и составляющих количества движения p_x , p_y , p_z . Реальные возможности измерения положения и количества движения

частицы лимитируются квантовыми эффектами. Эти квантовые эффекты проявляются, например, при взаимодействии частицы с фотонами света, облучающего частицу. Здесь существенно, что фотон, характеризуемый волновыми параметрами, является в то же время носителем определенной энергии и количества движения, т. е. носителем свойств частицы. Волновыми параметрами являются: частота ν , длина волны $\lambda = c/\nu$ и волновой вектор k , дающий направление распространения, причем абсолютная величина его равна $|k| = 2\pi/\lambda = 2\pi\nu/c$.

Если обозначить энергию и количество движения фотона соответственно через E и p , то связь между этими величинами и волновыми параметрами будет иметь вид

$$E = h\nu; p = (h/2\pi)k, \quad (1)$$

где h – постоянная Планка, равная

$$h = 6,6 \cdot 10^{-27} \text{ эрг} \cdot \text{сек}. \quad (2)$$

Если ввести угловую частоту $\omega = 2\pi\nu$ и новую *постоянную*

$$h' = h/2\pi = 1,5 \cdot 10^{-27} \text{ эрг} \cdot \text{сек}, \quad (2')$$

то соотношение (1) может быть написано в виде

$$E = h'\omega; p = h'k. \quad (1')$$

Соотношение (1), или (1'), связывает волновые и корпускулярные свойства фотона: правые части его содержат величины ω и k , определяемые из интерференционных явлений, а левые части – E и p – характеризуют фотон как частицу. Рассматривая различные способы измерения положения и количества движения частицы, Гейзенберг пришел к следующему выводу. Положение частицы может быть, в принципе, измерено путем ее освещения, т. е. путем столкновения ее с фотонами. Но, поскольку фотоны являются носителями количества движения, они способны передавать его частице, вследствие чего количество движения частицы (даже если оно было предварительно измерено) становится в какой-то мере неопределенным. Условия, благоприятные для точного измерения положения частицы (малая длина волны), неблагоприятны для точного измерения ее количества движения (большая отдача при столкновении с фотоном), и наоборот, условия, благоприятные для измерения количества движения, неблагоприятны для

измерения положения частицы. Количественно этот результат может быть выражен в виде неравенств

$$\Delta x \Delta p_x \geq h'; \Delta y \Delta p_y \geq h'; \Delta z \Delta p_z \geq h', \quad (3)$$

где Δx , Δy , Δz означают неопределенности в координатах частицы, а Δp_x , Δp_y , Δp_z – неопределенности в ее количестве движения. Эти неравенства носят название неравенств Гейзенберга. К ним можно присоединить соотношение

$$\Delta t \Delta(E' - E) \geq h' \quad (4)$$

связывающее неопределенность в изменении энергии частицы и неопределенность в моменте времени, когда это изменение произошло. Последнее неравенство можно назвать неравенством Гейзенберга – Бора.

Первоначально величины Δx , Δp_x и т. д. толковались как неточности измерения x , p_x и т. д. Такое толкование до известной степени верно, но оно недостаточно глубоко. Самый термин “неточность” как бы предполагает, что существуют и “точные” значения x , p_x , но только они почему-то не могут быть измерены. Это предположение уже явно неверно. На самом деле, невозможность точного измерения есть следствие того, что частица по своей природе не допускает одновременной локализации в координатном и в импульсном пространстве; другими словами, эта невозможность есть следствие корпускулярно-волновой природы электрона. Поэтому лучше употреблять термин “неопределенность”, а не “неточность”.

Аналогичное значение имеет соотношение Гейзенберга – Бора (4). Оно утверждает, что акт переноса энергии не может быть точно локализован во времени. Отсюда уже как следствие получаются выводы, относящиеся к возможностям измерений (прежде всего к возможности измерить с данной точностью перенос энергии за заданное время).

Неравенства Гейзенберга дают ответ на вопрос, поставленный в начале этого параграфа: они указывают пределы применимости классического способа описания. Но они отнюдь не ставят каких-либо границ для более совершенных способов описания физических явлений и для более полного познания свойств физических объектов.

§ 6. Постановка задачи описания физических явлений на основе понятия относительности к средствам наблюдения

В предыдущих параграфах мы неоднократно указывали, что классическое описание связано с рядом абстракций. В нем молчаливо предполагается независимость физических процессов от способов наблюдения, возможность наблюдать одновременно все стороны данного процесса и однозначная детерминированность хода любого процесса. Анализ типичных квантовых явлений, например тех, в которых проявляется корпускулярно-волновой дуализм электронов или фотонов, приводит к выводу, что эти предположения не оправдываются. Мы должны поэтому искать новую базу для описания явлений.

Основой нового способа описания явлений должен быть учет реальных возможностей измерений над микрообъектами. Мы должны учесть устройство и действие приборов, создающих условия, в которых находится объект. При этом приборы и внешние условия должны описываться классически, путем задания значений параметров, их характеризующих. Разумеется, эти параметры могут задаваться лишь с точностью, допускаемой неравенствами Гейзенберга; иначе мы выйдем за пределы реальных возможностей устройства приборов.

Необходимость усложнить описание атомных объектов, введя в рассмотрение средства наблюдения (приборы), вытекает из того, что здесь нельзя обойтись без посредника. Необходимым посредником при изучении атомных объектов и являются приборы; атомный объект может проявиться только провзаимодействовав с прибором. Например, путь частицы становится видимым только в результате необратимого лавинного процесса в камере Вильсона или в слое фотопластинки. Вообще, когда мы говорим о поведении и свойствах атомных объектов, мы должны помнить, что эти свойства познаются не чисто умозрительным путем, а путем анализа результатов взаимодействия объекта с прибором, работающим в конкретных физических условиях и создающим эти условия. Ведь и акт познания не является чисто умозрительным, а опирается на наблюдения, имеющие материальный характер.

Чтобы учесть все это, необходимо взять в качестве основного элемента, составляющего предмет физической теории, результат взаимодействия атомного объекта с классически описываемым прибором. Из

рассмотрения таких взаимодействий выводятся и свойства атомного объекта, а предсказания теории формулируются как ожидаемые результаты взаимодействий. Такая постановка задачи не исключает введения величин, характеризующих самый объект независимо от прибора (заряд, масса, спин частицы и т. п.), но в то же время позволяет изучать поведение объекта с той его стороны (например, корпускулярной или волновой), проявление которой обусловлено устройством прибора.

Новая постановка задачи позволяет, таким образом, рассматривать также и тот случай, когда разные стороны и разные свойства объекта не проявляются одновременно, т. е. когда невозможна детализация процесса, в котором объект участвует. Это будет так, если для проявления разных свойств объекта (например, способности электрона к локализации и его способности к интерференции) требуются несовместные внешние условия. Можно сказать, по Бору, что свойства, проявляющиеся при взаимно исключающих условиях, дополняют друг друга. Рассматривать одновременное проявление дополнительных свойств не имеет смысла. Этим и объясняется отсутствие внутреннего противоречия в понятии “корпускулярно-волновой дуализм”.

Положив в основу нового способа описания результаты взаимодействия микрообъекта с классическим прибором, мы отнюдь не приписываем объекту меньшей реальности, чем прибору, и не сводим свойства объекта к свойствам прибора. Мы только вводим понятие *относительности к средствам наблюдения*, обобщающее давно известное понятие относительности к системе отсчета.

§ 7. Вероятность и потенциальная возможность

При данных внешних условиях результат взаимодействия объекта с прибором не является, вообще говоря, predetermined, а обладает лишь некоторой вероятностью. Серия таких взаимодействий приводит к статистике, соответствующей определенному распределению вероятностей. Таким образом, в описание атомного объекта, его состояния и поведения вводится существенно новый элемент — понятие *вероятности*, а тем самым и понятие *потенциальной возможности*.

Введение на этой основе понятий вероятности и потенциальной возможности выводит физику из узких рамок лапласовского детерминизма, полностью сохраняя в то же время понятие причинности.

Понятие вероятности рассматривалось и в классической физике, но оно имело там другой смысл. В классической физике вероятности вводились тогда, когда условия задачи были не полностью известны и по неизвестным параметрам приходилось производить усреднение. При этом, однако, предполагалось, что в принципе усреднение необязательно и что всегда возможно такое доуточнение условий, которое бы позволило утверждать, что один из возможных результатов наступит с достоверностью, а другие не наступят совсем. Таким образом, в классической физике вероятности отражали неполноту формулировки задачи, неполноту, быть может, практически неизбежную, но в принципе устранимую.

Совсем другой характер имеют вероятности в квантовой физике. Там они необходимы по существу, и введение их отражает не неполноту условий, а объективно существующие при данных условиях потенциальные возможности.

§ 8. Обобщение понятия состояния системы

Приняв за основу описания явлений акт взаимодействия объекта с прибором, мы значительно обогащаем наши средства описания и расширяем круг тех понятий, с которыми мы оперируем. Некоторые из новых понятий мы уже перечислили. Посмотрим, как должно быть обобщено понятие состояния системы и его изменения во времени.

Представим себе такой опыт над системой, который позволял бы делать прогнозы о результатах будущих взаимодействий системы с различного рода приборами. Такого рода начальный опыт должен включать в себя определенное приготовление системы (например, приготовление пучка электронов определенной энергии) и создание определенных внешних условий, в которых система будет находиться после приготовления (например, пропускание пучка электронов сквозь кристалл). Иногда целесообразно рассматривать приготовление и создание внешних условий как две различные стадии опыта, но можно рассматривать их и совместно, как единый *начальный* опыт, цель которого – получение прогнозов. Таким образом, начальный опыт относится к *будущему*. Способ приготовления и внешние условия в начальном опыте должны описываться классически.

Начальный опыт дает только прогнозы, которые еще должны быть проверены. Проверка, состоящая в регистрации результатов

взаимодействия системы с прибором того или иного типа, составляет заключительную стадию опыта. Ее можно рассматривать как отдельный *поверочный* опыт, результаты которого относятся уже к *прошлому* (а не к будущему, как начальный опыт). Поскольку устройство регистрирующего прибора в поверочном опыте может быть различным (и притом различные устройства будут, как правило, взаимно исключать друг друга), возможны различные варианты поверочного опыта; каждый из них приспособлен для измерения величин определенного типа (координаты, количество движения и т. п.).

Совокупность начального и поверочного опытов дает полный, или *завершенный*, опыт. Только такой завершенный опыт дает возможность узнать что-либо о свойствах изучаемого физического объекта.

Пусть начальный опыт воспроизводится много раз, причем условия его одни и те же. Это дает возможность многократного повторения поверочного опыта, состоящего в измерении определенной величины. При таком многократном повторении получается статистика для измеренных значений данной величины. По этой статистике можно судить о распределении вероятностей для данной величины при условиях, характеризующихся начальным опытом. Отсюда видно, какую форму должен иметь прогноз, выводимый из начального опыта: он должен давать для каждой измеряемой в поверочном опыте величины соответствующее распределение вероятностей.

То обстоятельство, что начальный опыт должен давать распределения вероятностей также и для тех величин, измерения которых несовместны, еще раз показывает, что здесь речь идет о потенциальных возможностях, а не о значениях величин самих по себе (в отрыве от условий их измерения).

Совокупность потенциальных возможностей для поверочного опыта, вытекающих из данного начального опыта, можно рассматривать как характеристику состояния системы. Максимально полную характеристику можно назвать просто состоянием системы; начальный опыт, дающий такую характеристику, можно назвать максимально полным.

Такое определение состояния системы представляет естественное обобщение классического понятия состояния. Ведь и в классической физике задание состояния системы предполагает возможность

проверки, причем, однако, результаты проверки предполагаются известными наперед, вследствие чего можно обойтись без понятия потенциальной возможности.

Если поверочный опыт производится через некоторое время после начального, то соответствующие вероятности должны быть пересчитаны. Такой пересчет вероятностей на более позднее время означает, согласно нашему определению, изменение состояния во времени. В предположении, что внешние условия для микрообъекта все время известны, теория должна давать закон изменения вероятностей во времени, иначе говоря, она должна давать закон изменения во времени состояния системы.

§ 9. Назначение математического аппарата квантовой механики

Новая постановка задачи описания физических процессов, учитывающая относительность к средствам наблюдения, естественно, требует более сложного математического аппарата, чем прежняя, классическая, постановка, в которой процессы описывались “сами по себе”. Новый математический аппарат должен давать распределения вероятностей для разных величин, а не просто численные значения этих величин. Это, разумеется, его усложняет: там, где в классической теории фигурировали числа (значения величин), в квантовой теории входят более сложные математические образования (операторы и связанные с ними понятия), позволяющие находить распределения вероятностей. При этом необходимо как-то характеризовать прибор, служащий для измерения; это можно сделать, указав набор тех величин, которые он способен измерять. Возможные значения измеряемых величин, непрерывных и дискретных, также должны получаться из математического аппарата (они получаются как спектр собственных значений соответствующих операторов). Вопрос о возможных значениях можно формально свести к вопросу о вероятностях: возможными будут те значения, для которых вероятности могут быть отличными от нуля.

Необходимо подчеркнуть, что математический аппарат квантовой механики отличается от математического аппарата классической механики не тем, что он более символичен, а тем, что его предмет иной: он оперирует не с числами, а с функциями, поскольку численному выражению подлежат не сами величины, а их вероятности. При этом

вероятности должны вычисляться для определенных условий опыта, характеризующихся не просто указанием системы отсчета, а более полным и более сложным образом (внешними условиями и устройством прибора).

§ 10. Основные этапы развития идей квантовой механики и ее математического аппарата

Исторический путь развития идей квантовой механики и ее математического аппарата был довольно сложным. Первыми этапами его были: открытие Планком его формулы для плотности черного излучения (1900) и ее истолкование Эйнштейном на основе понятия о фотонах (1905); формулировка Бором его постулатов о стационарных состояниях атомных систем и о частоте света, испускаемого системой при переходе из одного стационарного состояния в другое (1913); теория атома водорода; установление принципа соответствия Бора. Принцип соответствия Бора заключается в требовании, чтобы в пределе $\hbar \rightarrow 0$ (точнее, в том случае, когда постоянная Планка $\hbar$ может считаться малой по сравнению с характерными для системы величинами, имеющими размерность действия) непосредственно сравнимые с опытом формулы квантовой теории, например формулы для частот излучаемого света, переходили в соответствующие формулы классической теории.

На основе этих идей в период с 1916 по 1923 г. была разработана “полуклассическая” механика, которая пыталась установить формальные “правила квантования”, т. е. условия для нахождения стационарных состояний атомной системы. Эти условия состояли в указании тех величин (размерности “действия”), которые должны быть “проквантованы”, т. е. приравнены целому кратному постоянной Планка. Через эти величины выражались значения постоянных интегрирования (включая энергию), соответствующие стационарным состояниям. Частоты спектральных линий получались по правилу частот Бора.

Следует отметить, что “полуклассические” правила квантования были применимы лишь к простейшим механическим системам, а именно к тем, которые допускали разделение переменных, соответствующих отдельным степеням свободы. Но главный недостаток “полуклассической” теории состоял в ее внутренней противоречивости: она использовала классические представления (например, непрерывность

движения по траектории) наряду с квантовыми (скачкообразный переход из одного стационарного состояния в другое). Согласие полуклассической теории с опытом было весьма ограниченным: даже в тех немногих случаях, где она была применима, получаемые из теории уровни энергии часто оказывались неточными. Исключением являлась теория атома водорода, дававшая весьма точные значения уровней. Коренным противоречием между теорией и опытом была неспособность теории объяснить наблюдаемую на опыте чрезвычайную устойчивость атомных систем. Эту коренную трудность старой теории удалось решить только на основе тех новых идей и той новой постановки задачи описания физических процессов, о которых мы говорили в предыдущих параграфах.

Но решение пришло не сразу. В период между 1923 и 1927 гг. поиски решения велись по разным направлениям.

Один из путей имел исходной точкой принцип соответствия Бора. Гейзенберг рассмотрел классические ряды Фурье для дипольного момента излучающей атомной системы и, следуя Бору, привел в соответствие отдельным членам этих рядов квантовые переходы такой системы. Совокупности коэффициентов Фурье он сопоставил бесконечную матрицу, столбцы и строки которой соответствуют стационарным состояниям системы. Такого рода матрицы могут быть построены не только для дипольного момента, но и для других механических величин (координат, количества движения, энергии). Они подчиняются определенным алгебраическим соотношениям, которые позволяют их, в принципе, определить. Отсюда, в частности, получаются уровни энергии системы. Эта теория, предложенная Гейзенбергом в 1925 г., носит название матричной механики. Характерной особенностью теории Гейзенберга является сознательный отказ от наглядных представлений и стремление свести дело к правилам вычисления “непосредственно наблюдаемых” величин, в первую очередь частот и интенсивностей спектральных линий.

Как показало дальнейшее развитие, вычислительные правила матричной механики Гейзенберга верны и могут быть обоснованы другим путем. Но излишняя сложность матричной механики и трудность введения на ее основе новых физических понятий взамен классических заставляет предпочесть другие формы выражения квантовых законов.

Другой путь развития квантовой механики исходил из идей о волновом характере материи. Сюда относятся работы де Бройля (1924), впервые сопоставившего частице с данными количеством движения и энергией волну с определенным волновым вектором и частотой; между теми и другими величинами имеют место соотношения (1). Природа этой волны была де Бройлю неясна; он думал, что это есть некоторое “классическое” поле, подобное электромагнитному. Идея де Бройля о возможности сопоставить частице волну была развита Шредингером, который в 1926 г. предложил рассматривать стационарные состояния атомной системы как собственные колебания некоторого поля. Задача определения уровней энергии атомной системы приводится к задаче на собственные значения некоторого линейного оператора (оператора энергии). Затем Шредингер обобщил свое уравнение колебаний на нестационарные состояния. Он рассмотрел также соотношение между матричной механикой Гейзенберга и своей теорией, и ему удалось доказать математическую эквивалентность между матрицами Гейзенберга и дифференциальными операторами. “Матричная механика” Гейзенберга и “волновая механика” Шредингера слились тогда в одну теорию – квантовую механику.

Таким путем был создан мощный математический аппарат, позволивший решать множество задач и допускающий дальнейшие обобщения. Из этих обобщений особенно важны те, которые дают формулировку свойств атомных систем, состоящих из одинаковых частиц. Физическое толкование формального аппарата выработалось, однако, лишь постепенно. Первым шагом к нему было установление неравенств Гейзенберга и Бора. Этот первый шаг был сделан в 1927 г, а в следующие десятилетия, особенно после дискуссии между Эйнштейном и Бором, происходившей в 1935 г, стали выясняться гносеологические аспекты квантовой механики.

Фок В. А. Квантовая физика и строение материи. – Л.: ЛГУ, 1965, с. 5–41.

В. М. Найдыш. Концепции современного естествознания (2003)

Методологические установки неклассической физики

Существует объективный физический мир до и независимо от человека и его сознания.

Современная физика приходит к выводу о наличии трех качественно различающихся структурных уровней мира физических элементов: микро-, макро- и мегауровней.

Явления микромира, микропроцессы обладают чертами целостности, необратимости и неделимости, которые приводят к качественному изменению представлений о характере взаимосвязи объекта и экспериментальных средств исследования.

Причинность как один из элементов всеобщей связи и взаимообусловленности вещей, явлений, событий материального мира присуща и микропроцессам. Но характер причинной связи в микромире отличен от механистического детерминизма. В области микроявлений причинность реализуется через многообразие случайностей, поэтому микропроцессам свойственны не динамические, а статистические закономерности.

Микроявления принципиально познаваемы. Получение полного и непротиворечивого описания поведения микрочастиц требует выработки нового способа познания и новых методологических установок познания.

Основа познания — эксперимент, непосредственное материальное взаимодействие между средствами исследования субъекта и объектом. Так же, как и в классической физике, исследователь свободен в выборе условий эксперимента.

Кардинальные изменения в методологии неклассической физики по сравнению с классической связаны с зависимостью описания поведения физических объектов от условий познания. В релятивистской физике появилась необходимость указания на ту систему отсчета, с

позиций которой описывается исследуемая физическая область. В квантовой физике проявилась фундаментальная роль взаимодействия между микрообъектом и измерительным устройством, прибором. *Неклассическая физика характеризуется, по сути, изменением познавательного отношения субъекта и объекта.* В квантовой физике оно фиксируется принципом дополнительности.

Если в классической физике все свойства объекта могут определяться одновременно, то уже в квантовой физике существуют принципиальные ограничения, выражаемые принципом неопределенности.

Неклассические способы описания позволяют получать объективное описание природы. Но объективность знания не должен отождествляться с наглядностью. Создание механической наглядной модели вовсе не синоним адекватного физического объяснения исследуемого явления.

Физическая теория должна содержать в себе не только средства для описания поведения познаваемых объектов, но и средства для описания условий познания, включая процедуры исследования.

В неклассической физике, как и в классической, игнорируется атомная структура экспериментальных устройств.

Структура процесса познания не является неизменной. Качественному многообразию природы должно соответствовать и многообразие способов ее познания. На основе развития неклассических способов познания (релятивистского и квантового) со временем должны сформироваться другие способы познания.

Во второй половине XX в. основное внимание физиков обращено на создание теорий, раскрывающих с позиций квантово-релятивистских представлений сущность и основания единства четырех фундаментальных взаимодействий – электромагнитного, “сильного”, “слабого” и гравитационного. Эта задача одновременно является и задачей создания единой теории элементарных частиц (теории структуры материи). В последние десятилетия созданы и получили эмпирическое обоснование квантовая электродинамика, теория электрослабого взаимодействия, квантовая хромодинамика (теория сильного взаимодействия). Есть перспективы создания единой теории электромагнитного, “слабого” и “сильного” взаимодействий. Физики ожидают, что в отдаленной

перспективе к ним должно быть присоединено и гравитационное взаимодействие. Таким образом, естествознание в настоящее время находится на пути к реализации великой цели – созданию единой теории структуры материи.

Найдыш В. М. Концепции современного естествознания: Учебник. – М., 2003, с. 345–347.

7. НАУКА XX СТ.: ДОСЯГНЕННЯ І ТРИВОГИ

В'ячеслав Стьопін

Стьопін В'ячеслав Семенович (нар. 1934) – відомий російський філософ, доктор філософських наук, професор, академік Російської Академії наук. Закінчив Білоруський державний університет (1956) і аспірантуру університету (1959). З 1959 – на викладацькій роботі; у 1981–1987 очолював кафедру філософії гуманітарних факультетів Білоруського університету; у 1987–1988 – директор Інституту історії природознавства і техніки АН СРСР; з 1988 – директор Інституту філософії РАН. Основні роботи в галузі теорії пізнання, методології науки, історії природознавства (структура і генезис наукової теорії; механізми впливу соціокультурних факторів на формування емпіричного і теоретичного знання; структура та історичні типи філософських основ науки; функції ідеалів і норм наукового пізнання і становлення дослідницьких програм науки).



Тут ми наводимо (з деякими скороченнями) одну з його програмних статей.

В. С. Стёпин. Научное познание и ценности техногенной цивилизации (1989)

Наука как цивилизационный феномен

В истории человечества существовало множество типов цивилизаций. Подавляющее большинство их были традиционными обществами: Древняя Индия и Китай, государства мусульманского Востока, Вавилон и Древний Египет и т. д.

Их культуры были самобытными и вместе с тем характеризовались некоторыми общими чертами; они были ориентированы прежде всего

на воспроизводство сложившихся социальных структур, стабилизацию исторически сложившегося образа жизни, господствующего часто на протяжении многих столетий. Инновационная деятельность в этих культурах не воспринималась как высшая ценность. Приоритет имели традиционные образцы и нормы, аккумулирующие опыт предков. Виды деятельности, их средства и цели менялись очень медленно, столетиями воспроизводясь в качестве одних и тех же устойчивых стереотипов. В духовной сфере господствовали религиозно-мифологические представления и канонизированные стили мышления, ориентированные прежде всего на сохранение уже сложившегося уклада социальной жизни. Первые формы научных знаний, возникшие в культуре традиционных обществ, вырабатывались и излагались преимущественно как рецептура для существующих форм деятельности. В этих обществах еще не сложилась и в силу особенной социальной практики не могла сложиться развитая наука, включающая теоретический уровень исследований и способная систематически открывать новые объекты и их связи, выходящие за рамки предметных структур производства и обыденного опыта соответствующей исторической эпохи.

Множества традиционных обществ можно уподобить разнообразию популяций и видов некоторого одного уровня организованности.

Но в процессе исторической эволюции в европейском регионе возник особый тип цивилизации, который принадлежал к иному уровню социальной динамики и обладал невиданной для традиционных обществ способностью к прогрессу. Цивилизацию этого типа можно было бы назвать техногенной. Ее характерная черта – это быстрое изменение техники и технологий благодаря систематическому применению в производстве научных знаний. Следствием такого применения являются технические, а затем и научно-технические революции, меняющие отношение человека к природе и его место в системе производства. По мере развития техногенной цивилизации происходит ускоряющееся обновление “неорганического тела человека”, т. е. той искусственно созданной им предметной среды, в которой непосредственно протекает его жизнедеятельность. В свою очередь, это сопровождается возрастающей динамикой социальных связей, их относительно быстрой трансформацией. Иногда на протяжении жизни одного-двух поколений

происходит изменение образа жизни и формирование новых типов личности.

Техногенная цивилизация начала разбег в XVII–XVIII столетиях, в эпоху подготовки и развертывания первой промышленной революции, становления науки нового времени, ранних буржуазных революций, закрепляющих господство капиталистических отношений. Но ее предпосылки закладывались развитием европейской культуры намного раньше. Основными вехами ее предыстории были: опыт демократии античного полиса и становление в его культуре спектра различных философских систем и первых образцов теоретической науки, а затем сформировавшаяся в эпоху европейского средневековья христианская традиция с ее представлениями о человеческой индивидуальности, концепцией морали и пониманием человеческого разума как созданного по образу и подобию божественного и поэтому способного к рациональному постижению смысла бытия.

Синтез этих двух традиций в эпоху Возрождения был одним из истоков становления основных ценностей техногенной цивилизации. К их числу относилась и ценность объективного и предметного знания, раскрывающего сущностные связи вещей, их природы и законов, в соответствии с которыми могут изменяться вещи.

Эта ценностная установка обеспечивала не только рост знания, который оправдан его практическим применением в производстве или обыденной жизни некоторой исторической эпохи, но и систематическое получение новых знаний об объектах, которые лишь в будущем, часто на принципиально иных ступенях цивилизационного развития могут стать предметами массового практического освоения. Иначе говоря, для того, чтобы наука обеспечила прорыв к новым предметным структурам, не осваиваемым и часто даже не могущим быть освоенными в практике сегодняшнего дня, чтобы могла систематически заготавливать знания, практически приложимые лишь на будущих этапах развития цивилизации, ей нужен принцип самооценки объективной истины. Этот принцип представляет собой фундаментальную ценность развитой науки.

Второй ее фундаментальной ценностью выступает установка на постоянное приращение объективного знания о мире, требование постоянной новизны как результата исследования.

Возникшие в эпоху Возрождения и начале Нового времени эти две ценностные установки переплавлялись в специфические для науки нормативы ее внутреннего этиоса: запрета на умышленное искажение истины в угоду другим, внешним для науки ценностям (политическим, идеологическим, религиозным) и запрета на плагиат.

Утверждение этих ценностных ориентаций было условием формирования развитой науки и тех оснований научной рациональности, которые отличают ее от других форм познания мира.

В XVII–XVIII столетиях наука завоевывает себе право на формирование самостоятельной целостной картины человека и природы как результата объективного исследования мира. Тем самым наука обретает мировоззренческие функции, а научная рациональность начинает рассматриваться в качестве одной из важнейших ценностей человеческой жизнедеятельности.

Для культуры техногенной цивилизации это было одно из необходимых и существенных приобретений. Оно гарантировало опережающее развитие научных знаний, что открывало возможности для будущих научно-технических революций, превращения науки в производительную силу, а затем и социальную силу, регулирующую управление различными социальными процессами.

Окончательное утверждение ценности науки и научной рациональности в шкале приоритетов техногенной цивилизации, по-видимому, завершилось в эпоху Просвещения.

Ценность науки связывалась в эту эпоху с особым пониманием природы человека и его познавательной деятельности.

Человек понимался в качестве силы, противостоящей природе, вторгающейся в ее процессы, преобразующей объекты природы в необходимые для себя предметные формы. Природа воспринималась в этой системе ценностей как поле приложения человеческой силы, как своего рода неисчерпаемая кладовая, из которой можно брать любые материалы и средства. Распространение идеалов и мировоззренческих установок Просвещения укореняло представление о природе, высказанное в известном афоризме героя тургеневского романа “Отцы и дети”: “Природа – мастерская, а человек в ней работник”.

Деятельность человека обеспечивает ему господство над Природой, и условием этого господства являются объективные знания, которые

должен получить человеческий разум, беспристрастно исследующий вещи. А поскольку объективное и беспристрастное исследование имманентно присуще науке, ей явно отдавался приоритет среди всех других видов познавательной деятельности человека.

Разум, очищенный от предрассудков, объективно и непредвзято изучающий мир, рассматривался в качестве наиболее достойного проявления человеческой природы. Его предназначение состоит в том, чтобы выявить природу различных феноменов человеческой жизни (преобразуемых природных объектов, правовых норм, нравственных ценностей, религиозных принципов, политических идеалов и т. д.) и на этой основе установить, каковы должны быть рациональное технико-технологическое развитие, истинное право и политика, разумные нравственные установки и эстетические ориентации и т. п.

В эпоху Просвещения завершилось формирование мировоззренческих установок, определивших последующее развитие техногенной цивилизации. В системе этих установок фиксировалась особая ценность прогресса науки и техники, а также убеждение в принципиальной возможности рациональной организации социальных отношений.

Под знаком этих идей техногенная цивилизация прошла стадию индустриального развития и социальные революции XIX–XX столетий. Возникшие в ходе этого процесса различные социальные системы, несмотря на полярность многих мировоззренческих установок, сохраняли в шкале своих фундаментальных ориентаций веру в ценность научно-технического прогресса и в ценность науки как основы управления социальными процессами.

Эти ценности не подвергались сомнению до последней трети XX столетия, пока техногенная цивилизация не столкнулась с глобальными проблемами, порожденными предшествующим научно-техническим развитием.

Во-первых, это проблема выживания в ядерный век и сохранения человечества как рода. Сегодня очевидно, что предотвращение ядерного самоуничтожения стало исходной ценностной установкой, с которой должны соизмеряться любые программы организации и переустройства общественной жизни.

Во-вторых, это глобальные экологические проблемы и вызванная ими необходимость радикального изменения нашего отношения

к природной среде. Для современного философского сознания стало почти очевидным, что существование человека как части природы и как деятельностного существа, преобразующего природу, находится в диалектически противоречивой зависимости. Причем в наше время это противоречие приобрело конфликтный характер, поскольку современное техногенное давление на природу создает опасность вырождения биосферы, а значит, угрожает самому человеческому существованию.

В третьих, ускорение социального развития человечества в XX столетии чрезвычайно остро поставило проблему человеческих коммуникаций, общения, преодоления отчуждения человека от им же порожденных социальных структур. Усложнение человеческого мира и расширение поля человеческих коммуникаций, которое несет современный научно-технический прогресс, часто оборачивается усилением стрессовых нагрузок на человека, манипуляцией человеческим сознанием, дегуманизацией социальных связей людей.

Все эти сугубо жизненные проблемы современности носят мировоззренческий характер и на первый взгляд ставят под сомнение традиционные для техногенной цивилизации ценности науки и научно-технического прогресса.

Возникли антисциентистские концепции, возлагающие на науку и ее технологические применения ответственность за нарастающие глобальные проблемы. Крайний антисциентизм с его требованиями ограничить и даже затормозить научно-технический прогресс, по существу, предлагает возврат к традиционным обществам, неспособным в современных условиях решать проблемы обеспечения постоянно растущего населения элементарными жизненными благами.

Выход состоит не в отказе от научно-технического прогресса, а в придании ему гуманистического измерения.... В качестве одного из аспектов этого положения формулируется проблема нового облика науки, включающей в себя в явном виде гуманистические ориентиры и ценности. В этой связи возникает целая серия вопросов. Как возможно включение в научное познание внешних для него ценностных ориентаций? Каковы механизмы этого включения? Не приведет ли к деформациям истины требование соизмерять ее с социальными ценностями? Имеются ли внутренние, исходящие из основных презумпций науки

(установка на поиск объективной истины и установка на постоянный рост нового знания) предпосылки, для перехода науки в принципиально новое состояние?

Ответ на все эти вопросы требует рассмотрения научного познания как исторически меняющейся деятельности, которая детерминирована, с одной стороны, характером исследуемых объектов, а с другой – социальными условиями, свойственными каждому исторически определенному этапу развития цивилизации.

Основания науки и их структура

Двоякая детерминация развивающегося научного знания проявляется прежде всего в его глубинных основаниях. Именно анализ их трансформации позволяет выявить предпосылки и закономерности перехода науки от одного состояния к другому.

Современная наука дисциплинарно организована. Она состоит из различных областей знаний, взаимодействующих между собой и вместе с тем имеющих относительную самостоятельность. Если рассматривать науку как целое, то она принадлежит к типу сложных развивающихся систем, которые в своем развитии порождают все новые относительно автономные подсистемы и новые интегративные связи, управляющие их взаимодействием.

В каждой отрасли науки (подсистеме развивающегося научного знания – физике, химии, биологии и т. д.), в свою очередь, можно обнаружить многообразие различных форм знания: эмпирические факты, законы, гипотезы, теории различного типа и степени общности. Все разнородные знания организуются в целостность благодаря основаниям, на которые они опираются. Основания определяют стратегию научного поиска и во многом обеспечивают включение его результатов в культуру соответствующей исторической эпохи.

Можно выделить по меньшей мере три главные составляющие блока оснований науки: идеалы и нормы исследования, научную картину мира и философские основания. Каждый из них, в свою очередь, имеет достаточно сложную внутреннюю структуру.

Как и всякая деятельность, научное познание регулируется определенными идеалами и нормативами, которые выражают ценностные и целевые установки науки, отвечая на вопросы: для чего нужны те или

иные познавательные действия (ценностные регулятивы), какой тип продукта (знание) должен быть получен в результате их осуществления (целевые установки) и каким способом получить этот продукт (методологические регулятивы).

Блок идеалов и норм исследования включает в себя идеалы и нормы: 1) доказательности и обоснования знания, 2) объяснения и описания, 3) построения и организации знания. Это основные формы, в которых реализуются и функционируют идеалы и нормы научного исследования. Что же касается их содержания, то здесь можно обнаружить несколько взаимосвязанных уровней. Первый уровень представлен нормативными структурами, общими для всякого научного познания. Это вариант, который отличает науку от других форм познания (искусства, обыденного познания, религиозного и мифологического отражения мира и т. п.). На каждом этапе исторического развития этот уровень конкретизируется посредством исторически преходящих установок, свойственных науке соответствующей эпохи. Система таких установок (представлений о нормах объяснения, описания, доказательности, организации знаний и т. д.) выражает стиль мышления этой эпохи и образует второй уровень в содержании идеалов и норм исследования.

Например, идеалы и нормы описания, принятые в науке Средневековья, радикально отличны от тех, которые характеризовали науку Нового времени. Нормативы объяснения и обоснования знаний, принятые в эпоху классического естествознания, отличны от современных.

Наконец, в содержании идеалов и норм научного исследования можно выделить третий уровень. В нем установки второго уровня конкретизируются применительно к специфике предметной области каждой науки (физики, биологии, химии и т. п.)...

...Систему идеалов и норм исследования можно рассмотреть как своего рода “сетку метода”, которую наука “забрасывает в мир” с тем, чтобы “выудить” из него определенные типы объектов. Эта “сетка” детерминирована двояким образом: с одной стороны, социокультурными факторами, мировоззренческими установками, доминирующими в культуре той или иной исторической эпохи, а с другой – характером исследуемых объектов. Поэтому с изменением идеалов и норм открывается возможность познания новых типов объектов.

Второй блок оснований науки составляет научная картина мира. Она складывается в результате синтеза знаний, получаемых в различных науках, и содержит общие представления о мире, вырабатываемые на соответствующих стадиях их исторического развития. В этом значении ее именуют общей научной картиной мира, которая включает представления как о природе, так и о жизни общества. Аспект общей научной картины мира, который соответствует представлениям о структуре и развитии природы, принято называть естественно-научной картиной мира.

Синтез знаний, получаемых в различных науках, является весьма сложной процедурой. Он предполагает установление связей между предметами наук. Видение предмета наук, представлений о его главных системно-структурных характеристиках выражено в структуре каждой из наук в форме целостной картины исследуемой реальности. Этот компонент знания часто называют специальной (локальной) научной картиной мира. Здесь термин “мир” применяется уже в особом смысле. Он обозначает уже не мир в целом, а мир каждой отдельно взятой науки, т. е. тот фрагмент или аспект материального мира, который изучается в данной науке ее методами. В этом значении говорят о физическом, биологическом мире, мире химических или астрономических процессов и т. п.

Обобщенная характеристика предмета исследования вводится в картину реальности посредством представлений: 1) о фундаментальных объектах, из которых полагаются построенными все другие объекты, изучаемые соответствующей наукой; 2) о типологии изучаемых объектов; 3) об общих особенностях их взаимодействия; 4) о пространственно-временной структуре реальности. Все эти представления могут быть описаны в системе онтологических постулатов, посредством которых описывается картина исследуемой реальности и которые выступают как основание научных теорий соответствующей дисциплины. Например, постулаты, согласно которым мир состоит из неделимых атомов: их взаимодействие осуществляется как мгновенная передача сил по прямой; атомы и образованные из них тела перемещаются в абсолютном пространстве с течением абсолютного времени, описывают картину физического мира, сложившуюся во второй половине XVII в. и получившую впоследствии название механической картины мира ...

...По отношению к общей научной картине мира картины реальности можно рассматривать как ее относительно самостоятельные фрагменты или аспекты.

...Третий блок оснований науки образуют философские идеи и принципы, которые обосновывают идеалы и нормы, онтологические постулаты науки и обеспечивают включение научного знания в культуру.

Как правило, в фундаментальных областях исследования развитая наука имеет дело с объектами, которые еще не освоены ни в производстве, ни в обыденном опыте (иногда практическое освоение таких объектов осуществляется даже в иную историческую эпоху, чем их открытие). Для обыденного здравого смысла эти объекты могут быть непривычными и непонятыми. Знания о них и методы получения таких знаний могут существенно не совпадать с нормативами и представлениями о мире обыденного познания соответствующей исторической эпохи. Поэтому научная картина мира, а также идеалы и нормативные структуры науки в период их формирования и последующей трансформации нуждаются в своеобразной состыковке с господствующим мировоззрением той или иной исторической эпохи, с ценностями ее культуры.

Такую состыковку обеспечивают философские основания науки. Любая новая идея, чтобы стать постулатом картины мира, либо принципом, выражающим новый идеал и норматив научного познания, должна пройти через процедуру философского обоснования. Например, когда Фарадей обнаружил в опытах электрические и магнитные силовые линии и попытался на этой основе ввести в научную картину мира представления об электрическом и магнитном поле, то сразу же столкнулся с необходимостью обосновать эти идеи. Его предположение, что силы распространяются в пространстве с конечной скоростью от точки к точке, приводило к представлению о силах как существующих в отрыве от их материальных источников (зарядов и источников магнетизма).

Но это противоречило принципу: силы всегда связаны с материей. Чтобы устранить противоречие, Фарадей рассматривает поля сил

в качестве особой материальной среды. Философский принцип неразрывной связи материи и силы выступал здесь основанием для введения в картину мира постулата о существовании электрического и магнитного полей, имеющих такой же статус материальности, как и вещество.

Философские основания науки наряду с функцией обоснования уже добытых знаний выполняют также эвристическую функцию. Они активно участвуют в построении новых теорий, целенаправляя перестройку нормативных структур науки и картин реальности. Используемые в этом процессе философские идеи и принципы могут применяться и для обоснования полученных результатов (новых онтологий и новых представлений о методе). Но совпадение философской эвристики и философского обоснования не является обязательным. Может случиться, что в процессе формирования новых представлений исследователь использует одни философские идеи и принципы, а затем развитые им представления получают другую философскую интерпретацию, и только так они обретают признание и включаются в культуру. Таким образом, философские основания науки гетерогенны и допускают вариации философских идей и категориальных смыслов, применяемых в исследовательской деятельности.

Философские основания науки не следует отождествлять с общим массивом философского знания. Из большого поля философской проблематики и вариантов ее решений, возникающих в культуре каждой исторической эпохи, наука использует в качестве обосновывающих структур лишь некоторые идеи и принципы. Философия не является только рефлексией над наукой. Она – рефлексия над основаниями всей культуры. В ее задачу входит анализ под определенным углом зрения не только науки, но и других аспектов человеческого бытия – анализ смысла человеческой жизни, обоснование желательного образа жизни и т. д. Обсуждая и решая эти проблемы, философия вырабатывает и такие категориальные структуры, которые могут быть использованы в науке.

Нетождественность философских оснований науки всему многообразию идей, возникающих при разработке мировоззренческой проблематики в сфере философского познания, означает, что философия в целом обладает определенной избыточностью по отношению к запросам

науки каждой исторической эпохи. При решении философией мировоззренческих проблем вырабатываются не только наиболее общие идеи, принципы и категориальные смыслы, которые являются предпосылкой освоения объектов на современной ей стадии развития науки, но и создаются категориальные схемы, значимость которых для науки обнаруживается на будущих этапах эволюции познания.

Формирование и трансформация философских оснований науки требуют как философской, так и специальной научной эрудиции (понимание особенностей предмета соответствующей науки, ее традиции, образцов деятельности и т. п.). Они осуществляются путем выборки и последующей адаптации идей, выработанных в философском анализе, к потребностям определенной области научного познания, что приводит к конкретизации исходных философских идей, их уточнению, возникновению новых категориальных смыслов, которые после вторичной рефлексии эксплицируются как новое содержание философских категорий. Весь этот комплекс исследований на стыке между философией и конкретной наукой осуществляется совместно философами и учеными – специалистами в данной науке. В настоящее время этот особый слой исследовательской деятельности обозначен как философия и методология науки. В историческом развитии естествознания особую роль в разработке проблематики, связанной с формированием и развитием философских оснований науки, сыграли выдающиеся естествоиспытатели, соединившие в своей деятельности конкретно-научные и философские исследования (Декарт, Ньютон, Лейбниц, Эйнштейн, Бор и др.).

Гетерогенность философских оснований не исключает их системной организации. В них можно выделить по меньшей мере две взаимосвязанные подсистемы: во-первых, онтологическую, представленную сеткой категорий, которые служат матрицей понимания и познания исследуемых объектов (категории “вещь”, “свойство”, “отношение”, “процесс”, “состояние”, “причинность”, “необходимость”, “случайность”, “пространство”, “время” и т. п.); во-вторых, эпистемологическую, выраженную категориальными схемами, которую характеризуют познавательные процедуры и их результат (понимание истины, метода, знания, объяснения, доказательства, теории, факта и т. п.).

Обе подсистемы исторически развиваются в зависимости от типов объектов, которые осваивает наука, и от эволюции нормативных структур, обеспечивающих освоение таких объектов. Развитие философских оснований выступает необходимой предпосылкой экспансии науки на новые предметные области.

От классической к постнеклассической науке

Развитие различных компонентов оснований науки осуществляется неравномерно. Наиболее лабильна научная картина мира. Реже трансформируются идеалы и нормы исследования и философские основания науки. Но в историческом развитии научного познания можно обнаружить и такие примеры, когда происходит радикальное изменение всех компонентов оснований науки. Такие периоды являются глобальными революциями, меняющими облик науки.

В естествознании можно обнаружить четыре таких революции. Первой из них была революция XVII в., ознаменовавшая собой становление классического естествознания.

Его возникновение было неразрывно связано с формированием особой системы идеалов и норм исследования, в которых, с одной стороны, выражались общие установки классической науки, а с другой — осуществлялась их конкретизация с учетом доминанты механики в системе научного знания данной эпохи.

Через все классическое естествознание начиная с XVII в. проходит идея, согласно которой объективность и предметность научного знания достигаются только тогда, когда из описания и объяснения исключается все, что относится к субъекту и процедурам его познавательной деятельности. Эти процедуры принимались как однажды данные и неизменные. Идеалом было построение абсолютно истинной картины природы. Главное внимание уделялось поиску очевидных, наглядных, “вытекающих из опыта” онтологических принципов, на базе которых можно строить теории, объясняющие и предсказывающие опытные факты.

В XVII–XVIII столетиях эти идеалы и нормативы исследования сплавлялись с целым рядом конкретизирующих положений, которые выражали установки механического понимания природы. Объяснение истолковывалось как поиск механических причин и

субстанций – носителей сил, которые детерминируют наблюдаемые явления. В понимание обоснования включалась идея редукции знаний о природе к фундаментальным принципам и представлениям механики.

В соответствии с этими установками строилась и развивалась механическая картина природы, которая выступала одновременно и как картина реальности, применительно к сфере физического знания, и как общенаучная картина мира.

Наконец, идеалы, нормы и онтологические принципы естествознания XVII–XVIII столетий опирались на специфическую систему философских оснований, в которых доминирующую роль играли идеи механицизма. В качестве эпистемологической составляющей этой системы выступали представления о познании как наблюдении и экспериментировании с объектами природы, которые раскрывают тайны своего бытия познающему разуму. Причем сам разум наделялся статусом суверенности. В идеале он трактовался как дистанцированный от вещей, как бы со стороны наблюдающий и исследующий их, не детерминированный никакими предпосылками, кроме свойств и характеристик изучаемых объектов.

Эта система эпистемологических идей соединялась с особыми представлениями об изучаемых объектах. Они рассматривались преимущественно в качестве малых систем (механических устройств), и соответственно этому применялась категориальная “сетка”, определяющая понимание и познание природы. Малая система характеризуется относительно небольшим количеством элементов, их силовыми взаимодействиями и жестко детерминированными связями. Для их освоения достаточно полагать, что свойства целого полностью определяются состоянием и свойствами его частей, вещь представлять как относительно устойчивое тело, а процесс как перемещение тел в пространстве с течением времени, причинность трактовать в лапласовском смысле. Соответствующие смыслы как раз и выделялись в категориях “вещь”, “процесс”, “часть” и “целое”, “причинность”, “пространство” и “время” и т. п., которые образовывали онтологическую составляющую философских оснований естествознания XVII–XVIII вв. Эта категориальная матрица обеспечивала успех механики и предопределяла редукцию к ее представлениям всех других областей естественно-научного исследования.

Радикальные перемены в этой целостной и относительно устойчивой системе оснований естествознания произошли в конце XVIII — первой половине XIX в. Их можно расценить как вторую глобальную научную революцию, определившую переход к новому состоянию естествознания — дисциплинарно организованной науке.

В это время механическая картина мира утрачивает статус общенаучной. В биологии, химии и других областях знания формируются специфические картины реальности, нередуцируемые к механической.

Одновременно происходит дифференциация дисциплинарных идеалов и норм исследования. Например, в биологии и геологии возникают идеалы эволюционного объяснения, в то время как физика продолжает строить свои знания, абстрагируясь от идеи развития. Но и в ней с разработкой теории поля начинают постепенно размываться ранее доминировавшие нормы механического объяснения.

Все эти изменения затрагивали главным образом третий слой организации идеалов и норм исследования, выражающего специфику изучаемых объектов. Что же касается общих познавательных установок классической науки, то они еще сохраняются в данный исторический период. Соответственно возникающей дисциплинарной организации науки видоизменяются ее философские основания. Они становятся гетерогенными, включают довольно широкий спектр смыслов тех основных категориальных схем, в соответствии с которыми осваиваются объекты (от сохранения в определенных пределах механицистской традиции до включения в понимание “вещи”, “состояния”, “процесса” и других идей развития). В эпистемологии центральной становится проблема соотношения разнообразных методов науки, синтеза знаний и классификации наук. Выдвижение ее на первый план связано с утратой прежней целостности научной картины мира, а также с появлением специфики нормативных структур в различных областях научного исследования. Поиск путей единства науки, проблема дифференцирования и интеграции знания превращаются в одну из фундаментальных философских проблем, сохраняя свою остроту на протяжении всего последующего развития науки.

Первая и вторая глобальные революции в естествознании протекали как формирование и развитие классической науки и ее стиля

мышления. Третья глобальная научная революция была связана с преобразованием этого стиля и становлением нового, неклассического естествознания. Она охватывает период с конца XIX до середины XX столетия. В эту эпоху происходит цепная реакция революционных перемен в различных областях знания: в физике (открытие делимости атома, становление релятивистской и квантовой теории), в космологии (концепция нестационарной Вселенной), в химии (квантовая химия), в биологии (становление генетики). Возникают кибернетика и теория систем, сыгравшие важнейшую роль в развитии современной научной картины мира.

В процессе всех этих революционных преобразований формировались идеалы и нормы новой, неклассической науки. Они характеризовались отказом от прямолинейного онтологизма и пониманием относительной истинности теорий и картины природы, выработанной на том или ином этапе развития естествознания. В противовес идеалу единственно истинной теории, “фотографирующей” исследуемые объекты, допускается истинность нескольких отличающихся друг от друга конкретных теоретических описаний одной и той же реальности, поскольку в каждом из них может содержаться момент объективно-истинного знания. Осмысливаются корреляции между онтологическими постулатами науки и характеристиками метода, посредством которого осваивается объект. В связи с этим принимаются такие типы объяснения и описания, которые в явном виде содержат ссылки на средства и операции познавательной деятельности. Наиболее ярким образцом такого подхода выступали идеалы и нормы объяснения, описания и доказательности знаний, утвердившиеся в квантово-релятивистской физике. Если в классической физике идеал объяснения и описания предполагал характеристику объекта “самого по себе”, без указания на средства его исследования, то в квантово-релятивистской физике в качестве необходимого условия объективности объяснения и описания выдвигается требование четкой фиксации особенностей средств наблюдения, которые взаимодействуют с объектом (классический способ объяснения и описания может быть представлен как идеализация, рациональные моменты которой обобщаются в рамках нового подхода). Изменяются идеалы и нормы доказательности и обоснования знаний. В отличие от

классических образцов обоснование теорий в квантово-релятивистской физике предполагало экспликацию при изложении теории операциональной основы вводимой системы понятий (принцип наблюдаемости) в выяснение связей между новой и предшествующими ей теориями (принцип соответствия).

Новая “сетка” познавательных идеалов и норм обеспечивала значительное расширение поля исследуемых объектов, открывая пути к освоению сложных саморегулирующихся систем. В отличие от малых систем такие объекты характеризуются уровневой организацией, наличием относительно автономных и переменных подсистем, массовым стохастическим взаимодействием их элементов, существованием управляющего уровня и обратных связей, обеспечивающих целостность системы.

Именно втягивание таких объектов в орбиту научного исследования привело к резкой перестройке в картинах реальности ведущих областей естествознания. Процессы интеграции этих картин и развитие общенаучной картины мира также стали осуществляться на базе представлений о природе как сложной динамической системе. Этому способствовало открытие специфики законов микро-, макро- и метамира в физике и космологии, интенсивное исследование механизмов наследственности в тесной связи с изучением надорганизменных уровней организации жизни, обнаружение кибернетикой общих законов управления и обратной связи. Тем самым создавались предпосылки для построения целостной картины природы, в рамках которой прослеживалась иерархическая организованность Вселенной как сложного динамического единства. Картины реальности, вырабатываемые в отдельных науках, на этом этапе еще сохраняли свою самостоятельность, но каждая из них участвовала в формировании представлений, которые затем включались в общенаучную картину мира. Последняя, в свою очередь, рассматривалась не как точный и окончательный портрет природы, а как постоянно уточняемая и развивающаяся система относительно истинного знания о мире.

Все эти радикальные сдвиги в представлениях о мире и процедурах его исследования сопровождались формированием новых философских оснований науки.

Идея исторической изменчивости научного знания, относительной истинности вырабатываемых в науке онтологических принципов соединялась с новыми представлениями об активности субъекта познания. Он рассматривается уже не как дистанционный от изучаемого мира, а как находящийся внутри него, детерминированный им. Возникает понимание того обстоятельства, что ответы природы на наши вопросы определяются не только устройством самой природы, но и способом нашей постановки вопросов, который зависит от исторического развития средств и методов познавательной деятельности. На этой основе выросло новое понимание категорий истины, объективности, факта, теории, объяснения и т. п.

Радикально видоизменялась и “онтологическая подсистема” философских оснований науки. Развитие квантово-релятивистской физики, биологии и кибернетики было связано с включением новых смыслов в категории части и целого, причинности, случайности и необходимости, вещи, процесса, состояния и др. В принципе можно показать, что эта “категориальная сетка” вводила новый образ объекта, который предстал как сложная система. Представления о соотношении части и целого применительно к таким системам включают идею несводимости состояний целого к сумме состояний его частей. Важную роль при описании динамики системы начинает играть категория случайности, потенциально возможного и действительного. Причинность не может быть сведена только к ее лапласовской формулировке – возникает понятие “вероятностной причинности”, которое расширяет смысл традиционного понимания данной категории. Новым содержанием наполняется категория объекта: он рассматривается уже не как себестоительная вещь (тело), а как процесс, воспроизводящий некоторые устойчивые состояния и изменчивый в ряде других характеристик.

Все описанные перестройки оснований науки, характеризовавшие глобальные революции в естествознании, были вызваны не только его экспансией в новые предметные области и обнаружением новых типов объектов, но и изменениями места и функций науки в общественной жизни.

Основания естествознания в эпоху его становления (первая революция) складывались в контексте рационалистического мировоззрения

ранних буржуазных революций, формирования нового (по сравнению с идеологией Средневековья) понимания отношений человека к природе, новых представлений о предназначении познания, истинности знаний и т. п.

Становление оснований дисциплинарного естествознания конца XVIII – первой половины XIX в. происходило на фоне резко усиливающейся производительной роли науки, превращения научных знаний в особый продукт, имеющий товарную цену и приносящий прибыль при его производственном потреблении. В этот период начинает формироваться система прикладных и инженерно-технических наук как посредника между фундаментальными знаниями и производством. Различные сферы научной деятельности специализируются, и складываются соответствующие этой специализации научные сообщества. Переход от классического к неклассическому естествознанию был подготовлен изменением структур духовного производства в европейской культуре второй половины XIX – начала XX в., кризисом мировоззренческих установок классического рационализма, формированием в различных сферах духовной культуры нового понимания рациональности, когда сознание, постигающее действительность, постоянно наталкивается на ситуации своей погруженности в саму эту действительность, ощущая свою зависимость от социальных обстоятельств, которые по многом определяют установки познания, его ценностные и целевые ориентации.

В современную эпоху в последнюю треть нашего столетия мы являемся свидетелями новых радикальных изменений в основаниях науки. Эти изменения можно характеризовать как четвертую глобальную научную революцию, в ходе которой рождается новая постнеклассическая наука. Интенсивное применение научных знаний практически во всех сферах социальной жизни, изменение самого характера научной деятельности, связанное с революцией в средствах хранения и получения знаний (компьютеризация науки, появление сложных и дорогостоящих приборных комплексов, которые обслуживают исследовательские коллективы и функционируют аналогично средствам промышленного производства и т. д.), меняет характер научной деятельности. Наряду с дисциплинарными исследованиями на передний план все более

выдвигаются междисциплинарные и проблемно ориентированные формы исследовательской деятельности. Если классическая наука была ориентирована на постижение все более сужающегося, изолированного фрагмента действительности, выступающего в качестве предмета той или иной научной дисциплины, то специфику науки эпохи НТР определяют комплексные исследовательские программы, в которых принимают участие специалисты различных областей знания. Организация таких исследований во многом зависит от определения приоритетных направлений, их финансирования, подготовки кадров и др. В самом же процессе определения научно-исследовательских приоритетов наряду с собственно познавательными целями все большую роль начинают играть цели экономического и социально-политического характера.

Реализация комплексных программ порождает особую ситуацию сращивания в единой системе деятельности теоретических и экспериментальных исследований, прикладных и фундаментальных знаний, интенсификации прямых и обратных связей между ними. В результате усиливаются процессы взаимодействия принципов и представлений картин реальности, формирующихся в различных науках. Все чаще изменения этих картин происходят не столько под влиянием внутридисциплинарных факторов, сколько путем “парадигмальной прививки” идей, транслируемых из других наук. В этом процессе постепенно стираются жесткие разграничительные линии между картинами реальности, определяющими видение предмета той или иной науки. Они становятся взаимозависимыми и предстают в качестве фрагментов целостной общенаучной картины мира.

На ее развитие оказывают влияние не только достижения фундаментальных наук, но и результаты междисциплинарных прикладных исследований. В этой связи уместно, например, напомнить, что идеи синергетики, вызывающие переворот в системе наших представлений о природе, возникали и разрабатывались в ходе многочисленных прикладных исследований, выявивших эффекты фазовых переходов и образования диссипативных структур (структуры в жидкостях, химические волны, лазерные пучки, неустойчивость плазмы, явления выхлопа и флаттера и т. д.).

В междисциплинарных исследованиях наука, как правило, сталкивается с такими сложными системными объектами, которые в отдельных дисциплинах зачастую изучаются лишь фрагментарно, а поэтому эффекты их системности могут вообще не обнаруживаться при узкодисциплинарном подходе, а выявляться только при синтезе фундаментальных и прикладных задач в проблемно ориентированном поиске.

Объектами современных междисциплинарных исследований все чаще становятся уникальные системы, характеризующиеся открытостью и саморазвитием. Такого типа объекты постепенно начинают определять и характер предметных областей основных фундаментальных наук, детерминируя облик современной, постнеклассической науки.

Исторически развивающиеся системы представляют собой более сложный тип объекта даже по сравнению с саморегулирующимися системами, которые характеризуются особым состоянием динамики исторического объекта, своеобразным срезом, устойчивой стадией его эволюции. Сама же историческая эволюция характеризуется переходом от одной относительно устойчивой системы к другой, с новой уровневой организацией элементов и саморегуляцией. Исторически развивающаяся система формирует с течением времени все новые уровни своей организации, причем возникновение каждого нового уровня оказывает воздействие на ранее сформировавшиеся, меняя связи и композицию их элементов.

В естествознании первыми фундаментальными науками, столкнувшимися с необходимостью учитывать особенности исторически развивающихся систем, были биология, астрономия и науки о Земле. В них сформировались картины реальности, включающие идею историзма и представления об уникальных разливающихся объектах (биосфера, метagalaktika, земля как система взаимодействия геологических, биологических и техногенных процессов). В последние десятилетия на этот путь вступила физика. Представление об исторической эволюции физических объектов постепенно входит в картину физической реальности, с одной стороны, через развитие современной космологии (идея “Большого взрыва” и становление различных видов физических объектов в процессе исторического развития Метагалaktики),

а с другой – благодаря разработке идей термодинамики неравновесных процессов (И. Пригожин) и синергетики.

Именно идеи эволюции и историзма становятся основой того синтеза картин реальности, вырабатываемых в фундаментальных науках, которые сплавляют их в целостную картину исторического развития природы и человека и делают лишь относительно самостоятельными фрагментами общенаучной картины мира, пронизанной идеями глобального эволюционизма.

Ориентация современной науки на исследование сложных исторически развивающихся систем существенно перестраивает идеалы и нормы исследовательской деятельности. Историчность системного комплексного объекта и вариабельность его поведения предполагают широкое применение особых способов описания и предсказания его состояний – построение сценариев возможных линий развития системы в точках бифуркаций. С идеалом строения теории как аксиоматически-дедуктивной системы все больше конкурируют теоретические описания, основанные на применении метода аппроксимации, теоретические схемы, использующие компьютерные программы и т. д. Естествознание начинает все шире использовать принцип исторической реконструкции, которая выступает особым типом теоретического знания, ранее применявшегося преимущественно в гуманитарных науках (истории, археологии, историческом языкознании и т. д.).

Образцы исторических реконструкций можно обнаружить не только в дисциплинах, традиционно изучающих эволюционные объекты (биология, геология), но и в современной космологии и астрофизике (современные модели, описывающие развитие метagalактики, могут быть расценены как исторические реконструкции, посредством которых воспроизводятся основные этапы эволюции этого уникального исторически развивающегося объекта).

Среди исторически развивающихся объектов современной науки особое место занимают природные комплексы, в которые включен в качестве компонента сам человек. Примерами таких “человеко-размерных” комплексов могут служить медико-биологические объекты, объекты экологии, включая биосферу в целом (глобальная экология), объекты биотехнологии (в первую очередь генетической инженерии),

системы “человек – машина” (включая проблемы информатики, “искусственного интеллекта”) и т. д.

При изучении “человекоразмерных” объектов поиск истины оказывается связанным с определением стратегии и возможных направлений практического преобразования такого объекта, что непосредственно затрагивает гуманистические ценности.

В этой связи трансформируется идеал “ценностно-нейтрального исследования”. Объективно истинное объяснение и описание применительно к “человекоразмерным” объектам не только допускает, но и предполагает включение аксиологических факторов в состав объясняющих положений. Развитие всех этих новых методологических установок и новых представлений об исследуемых объектах приводит к существенной модернизации философских оснований науки.

Научное познание начинает рассматриваться в контексте его социального бытия, как особая часть жизни общества, детерминируемая на каждом этапе своего развития общим состоянием культуры данной исторической эпохи, ее ценностными ориентациями и мировоззренческими установками. Осмысливается историческая изменчивость не только онтологических постулатов, но и самих идеалов и норм познания. Соответственно развивается и обогащается содержание категорий “теория”, “метод”, “факт”, “обоснование”, “объяснение” и т. п.

В онтологической составляющей философских оснований науки начинает доминировать “категориальная матрица”, обеспечивающая понимание и познание развивающихся объектов. Возникает новое понимание категорий пространства и времени (учет исторического времени системы, иерархии пространственно-временных форм), категорий возможности в действительности (идея множества потенциально возможных линий развития в точках бифуркаций), категории детерминации (предшествующая история определяет избирательное реагирование системы на внешние воздействия) и др.

Итак, в историческом развитии науки, начиная с XVII столетия, возникли три типа научной рациональности и соответственно три крупных этапа эволюции науки, сменявших друг друга в рамках развития техногенной цивилизации: 1) классическая наука (в двух ее состояниях: додисциплинарная и дисциплинарно организованная наука);

2) неклассическая наука; 3) постнеклассическая наука. Между этими этапами существуют своеобразные перекрытия, причем появление каждого нового этапа не отбрасывало предшествующих достижений, а только очерчивало сферу их действия, их применимость к определенным типам задач. Само же поле задач резко расширялось на каждом новом этапе за счет развития новых средств и методов. Каждый этап характеризуется особым состоянием научной деятельности, направленной на постоянный рост объективно-истинного знания. Схематично можно эту деятельность представить как соотношение “субъект – средства – объект” (включая в понимание субъекта ценностно-целевые структуры деятельности знания и навыки применения методов и средств).

Классический тип рациональности центрирует внимание только на объекте и выносит за скобки все, что относится к субъекту и средствам деятельности. Для неклассической рациональности характерна идея относительности объекта к средствам и операциям деятельности; экспликация этих средств и операций выступает условием получения истинного знания об объекте. Наконец, постнеклассическая рациональность учитывает соотношенность знаний об объекте не только со средствами, но и с ценностно-целевыми структурами деятельности.

Каждый тип рациональности обеспечивает преимущественное освоение объектов определенной системной организации: малых систем, больших систем, саморазвивающихся систем. Он является условием получения истинных знаний об этих объектах.

Когда современная наука на переднем крае своего поиска поставила в центр исследований уникальные, исторически развивающиеся системы, в которые в качестве особого компонента включен сам человек, то требование экспликации ценностей в этой ситуации не только не противоречит традиционной установке на получение объективно истинных знаний о мире, но и выступает предпосылкой реализации этой установки.

Конкретным механизмом указанной экспликации служат социально-гуманитарная и экологическая экспертиза крупных научно-технических программ. Именно в процессе такой экспертизы прослеживаются возможные последствия реализации программы под углом зрения гуманистических ценностей и решения глобальных проблем.

Есть все основания полагать, что по мере развития современной науки эти процессы будут усиливаться. Техногенная цивилизация тем самым вступает в полосу особого типа прогресса, когда гуманистические ориентиры становятся исходными в определении стратегий научного поиска.

Стёпин В. С. Научное познание и ценности техногенной цивилизации // Вопросы философии, 1989.– № 10.– С.3–19.

И. Пригожин. Философия неустойчивости (1991)

...Если взять устойчивый маятник и раскачать его, то дальнейший ход событий можно предсказать однозначно: груз вернется к состоянию с минимумом колебаний, т. е. к состоянию покоя. Если же груз находится в верхней точке, то в принципе невозможно предсказать, упадет он вправо или влево. Направление падения здесь существенным образом зависит от флуктуации. Так что в одном случае ситуация в принципе предсказуема, а в другом – нет, и именно в этом пункте в полный рост встает проблема детерминизма. При малых колебаниях маятник – детерминистический объект, и мы в точности знаем, что должно произойти. Напротив, проблемы, связанные с маятником, если можно так выразиться, перевернутым с ног на голову, содержат представления о недетерминистическом объекте.

Верхнее (неустойчивое) положение маятника практически никогда не находилось в фокусе внимания исследователей, и это несмотря на то, что со времени первых работ по механике движение маятника изучалось с особой тщательностью. Можно сказать, что понятие неустойчивости было, в некоем смысле, идеологически запрещено. А дело заключается в том, что феномен неустойчивости естественным образом приводит к весьма нетривиальным, серьезным проблемам, первая из которых – проблема предсказания.

Это различие между детерминистическими законами природы и законами, не являющимися таковыми, ведет нас к более общим проблемам, которые мне и хотелось бы здесь вкратце обсудить.

Человек и природа

Прежде всего, спросим себя: почему именно сегодня в естествознании заговорили о неустойчивости, тогда как прежде господствовала точка зрения детерминизма? Дело в том, что идея неустойчивости не только в каком-то смысле теоретически потеснила детерминизм, она, кроме того, позволила включить в поле зрения естествознания человеческую деятельность, дав, таким образом, возможность более полно включить человека в природу. Соответственно, неустойчивость,

непредсказуемость и, в конечном счете, время как сущностная переменная стали играть теперь немаловажную роль в преодолении той разобщенности, которая всегда существовала между социальными исследованиями и науками о природе.

В чем, однако, смысл тех изменений, которые произошли (в интересующем нас плане) в отношениях человека к природе? В детерминистском мире природа поддается полному контролю со стороны человека, представляя собой инертный объект его желаний. Если же природе, в качестве сущностной характеристики, присуща нестабильность, то человек просто обязан более осторожно и деликатно относиться к окружающему его миру, — хотя бы из-за неспособности однозначно предсказывать то, что произойдет в будущем.

Далее, принимая в науке идею нестабильности, мы достигаем тем самым и более широкого понимания существа самой науки. Мы начинаем понимать, что западная наука, в том виде, как она до недавних пор существовала, обусловлена культурным контекстом XVII в. — периода зарождения современного естествознания — и что эта наука ограничена. В результате начинает складываться более общее понимание науки и знания вообще, понимание, отвечающее культурным традициям не только западной цивилизации.

К сожалению, однако, приходится признать, что современная культурная жизнь крайне разобщена даже внутри западной цивилизации.

Лейбниц: исключение нестабильности

Для того чтобы понять идущие в современной науке процессы, необходимо принять во внимание, что наука — культурный феномен, складывающийся в определенном культурном контексте. Иллюстрацией этому может служить, например, дискуссия между Лейбницем и Кларком, представлявшим в их споре взгляды Ньютона. Лейбниц упрекает Ньютона в том, что его представление об универсуме предполагает периодическое вмешательство Бога в устройство мироздания ради улучшения функционирования последнего. Ньютон, по его мнению, недостаточно почитает Бога, поскольку искусность Верховного Творца у него оказывается ниже даже искусности часовщика, способного раз и навсегда сообщить своему механизму движение и заставить его работать без дополнительных переделок.

Лейбницеvские представления об универсуме одержали победу над ньютоvнианскими. Лейбниц апеллировал к всеведению вездесущего Бога, которому вовсе нет никакой нужды специально обращать свое внимание на Землю. И он верил при этом, что наука когда-нибудь достигнет такого же всеведения – ученый приблизится к знанию, равному божественному. Для божественного же знания нет различия между прошлым и будущим, ибо все присутствует во всеведущем разуме...

...Высказанные Лейбницем утверждения принадлежат к базовому уровню идеологии классической науки, сделавшей именно устойчивый маятник объектом научного интереса, – неустойчивый маятник в контексте этой идеологии предстает как неестественное образование, упоминаемое только в качестве любопытного курьеза (а по возможности вообще исключаемое из научного рассмотрения). Но изложенная концепция вечности грешила тем, что в ней не оставалось места для уникальных событий (впрочем, и в ньютоvновском подходе не было места для новаций). Материя, согласно этой концепции, представляет собой вечно движущуюся массу, лишенную каких бы то ни было событий и, естественно, истории. История же, таким образом, оказывается вне материи. Так исключение нестабильности, обращение к детерминизму... породили два противоположных способа видения универсума:

- универсум как внешний мир, являющийся в конечном счете регулируемым автоматом (именно так и представлял его себе Лейбниц), находящимся в бесконечном движении;
- универсум как внутренний мир человека, настолько отличающийся от внешнего, что это позволило Бергсону сказать о нем: “Я полагаю, что творческие импульсы сопровождают каждое мгновение нашей жизни”.

Действительно, любые человеческие и социальные взаимодействия, а также вся литературная деятельность являются выражением неопределенности в отношении будущего. Но сегодня, когда физики пытаются конструктивно включить нестабильность в картину универсума, наблюдается сближение внутреннего и внешнего миров, что, возможно, является одним из важнейших культурных событий нашего времени.

Новые открытия

Разумеется, введение нестабильности является результатом отнюдь не только идеологических особенностей истории науки XX в. Оно стало реальностью лишь благодаря сочетанию ряда собственно научных экспериментальных и теоретических открытий. Это, во-первых, открытие неравновесных структур, которые возникают как результат необратимых процессов и в которых системные связи устанавливаются сами собой; это, во-вторых, вытекающая из открытия неравновесных структур идея конструктивной роли времени; и, наконец, это появление новых идей относительно динамических, нестабильных систем, — идей, полностью меняющих наше представление о детерминизме.

В 1986 г. сэр Джеймс Лайтхил, ставший позже президентом Международного союза чистой и прикладной математики, сделал удивительное заявление: он извинился от имени своих коллег за то, что “в течение трех веков образованная публика вводилась в заблуждение апологией детерминизма, основанного на системе Ньютона, тогда как можно считать доказанным, по крайней мере с 1960 года, что этот детерминизм является ошибочной позицией”.

Не правда ли, крайне неожиданное заявление? Мы все совершаем ошибки и каемся в них, но есть нечто экстраординарное в том, что кто-то просит извинения от имени целого научного сообщества за распространение последним ошибочных идей в течение трех веков. Хотя, конечно, нельзя не признать, что данные, пусть ошибочные, идеи играли основополагающую роль во всех науках — чистых, социальных, экономических, и даже в философии. ... Более того, эти идеи задали тон практически всему западному мышлению, разрывающемуся между двумя образами: детерминистический внешний мир и индетерминистический внутренний.

И наконец, продолжая начатый выше перечень открытий, следует упомянуть об открытиях в области элементарных частиц, продемонстрировавших фундаментальную нестабильность материи, а также о космологических открытиях, констатирующих, что мироздание имеет историю (тогда как традиционная точка зрения исключала какую бы то ни было историю универсума, ибо универсум рассматривался как целое, содержащее в себе все, что делало бессмысленным саму идею

его истории). Заметим, вместе с тем, что простейшие из вышеперечисленных открытий легко доступны нам, так как лежат в сфере макроскопических, химических и атмосферных явлений. Так, например, закон роста энтропии был сформулирован еще в XIX в. Другое дело, что на фоне установки, исключающей время из научного описания, он рассматривался лишь как закон роста беспорядка, а установка эта являет нам очевидный пример идеологичности научных суждений. Впрочем, сегодня мы можем согласиться: наука и есть в некотором смысле идеология – она ведь также укоренена в культуре. И нет поэтому ничего удивительного в том, что новые вопросы, вливающие в науку свежие силы, часто исходят из традиций вопрошания, корнящихся в совсем иных культурах. А тот факт, что сегодня самые разные культурные образования принимают участие в развитии научной культуры, является для нас источником новых надежд. Мы верим – будут сформулированы иные вопросы, ведущие к новым направлениям научной деятельности.

Порядок и беспорядок

Сегодня мы знаем, что увеличение энтропии отнюдь не сводится к увеличению беспорядка, ибо порядок и беспорядок возникают и существуют одновременно. Например, если в две соединенные емкости поместить два газа, допустим, водород и азот, а затем подогреть одну емкость и охладить другую, то в результате, из-за разницы температур, в одной емкости будет больше водорода, а в другой азота. В данном случае мы имеем дело с диссипативным процессом, который, с одной стороны, творит беспорядок и одновременно, с другой, потоком тепла создает порядок: водород в одной емкости, азот – в другой. Порядок и беспорядок, таким образом, оказываются тесно связанными – один включает в себя другой. И эту констатацию мы можем оценить как главное изменение, которое происходит в нашем восприятии универсума сегодня.

Долгое время наше видение мира оставалось неполным. Как неполным будет, скажем, вид, открывающийся из окна самолета при полете к Венеции: пока в поле нашего зрения находятся величественные здания и площади, нас не оставляет образ совершенной, упорядоченной, грандиозной структуры. По прибытии в город мы обнаруживаем и не слишком чистую воду, и назойливую мошкарку, но именно таким путем перед нами предстают обе стороны объекта. Что касается современного

видения мира, то интересно отметить, что космология теперь все мироздание рассматривает как в значительной мере беспорядочную – а я бы сказал, как существенно беспорядочную – среду, в которой выкристаллизовывается порядок. Новейшие же исследования показали, что на каждый миллиард тепловых фотонов, пребывающих в беспорядке, приходится по крайней мере одна элементарная частица, способная стимулировать в данном множестве фотонов переход к упорядоченной структуре. Так, порядок и беспорядок сосуществуют как два аспекта одного целого и дают нам различное видение мира.

Наше восприятие природы становится дуалистическим, и стержневым моментом в таком восприятии становится представление о неравновесности. Причем неравновесности, ведущей не только к порядку и беспорядку, но открывающей также возможность для возникновения уникальных событий, ибо спектр возможных способов существования объектов в этом случае значительно расширяется (в сравнении с образом равновесного мира). В ситуации далекой от равновесия дифференциальные уравнения, моделирующие тот или иной природный процесс, становятся нелинейными, а нелинейное уравнение обычно имеет более чем один тип решений. Поэтому в любой момент времени может возникнуть новый тип решения, не сводимый к предыдущему, а в точках смены типов решений – в точках бифуркации – может происходить смена пространственно-временной организации объекта.

Примером подобного возникновения новой пространственно-временной структуры могут служить так называемые химические часы – химический процесс, в ходе которого раствор периодически меняет свою окраску с голубой на красную. Кажется, будто молекулы, находящиеся в разных областях раствора, могут каким-то образом общаться друг с другом. Во всяком случае, очевидно, что вдали от равновесия когерентность поведения молекул в огромной степени возрастает. В равновесии молекула “видит” только своих непосредственных соседей и “общается” только с ними. Вдали же от равновесия каждая часть системы “видит” всю систему целиком. Можно сказать, что в равновесии материя слепа, а вне равновесия прозревает. Следовательно, лишь в неравновесной системе могут иметь место уникальные события и флуктуации, способствующие этим событиям, а также происходит расширение масштабов системы, повышение ее чувствительности к

внешнему миру и, наконец, возникает историческая перспектива, т. е. возможность появления других, быть может более совершенных, форм организации. И, помимо всего этого, возникает новая категория феноменов, именуемых аттракторами.

Вернемся к нашему примеру с маятником. Если сдвинуть груз маятника недалеко от его самого нижнего положения, то в конце концов он вернется в исходную точку – это точечный аттрактор. Химические часы являются периодическим аттрактором. В дальнейшем были открыты гораздо более сложные аттракторы (странные аттракторы), соответствующие множеству точек. В странном аттракторе система движется от одной точки к другой детерминированным образом, но траектория движения в конце концов настолько запутывается, что предсказать движение системы в целом невозможно – это смесь стабильности и нестабильности. И, что особенно удивительно, окружающая нас среда, климат, экология и, между прочим, наша нервная система могут быть поняты только в свете описанных представлений, учитывающих как стабильность, так и нестабильность. Это обстоятельство вызывает повышенный интерес многих физиков, химиков, метеорологов, специалистов в области экологии. Указанные объекты детерминированы странными аттракторами и, следовательно, своеобразной смесью стабильности и нестабильности, что крайне затрудняет предсказание их будущего поведения.

Новое отношение к миру

Не нами выбран мир, который нам приходится изучать; мы родились в этом мире и нам следует воспринимать его таким, каким он существует, приспособлявая к нему, насколько возможно, наши априорные представления. Да, мир нестабилен. Но это не означает, что он не поддается научному изучению. Признание нестабильности – не капитуляция, напротив – приглашение к новым экспериментальным и теоретическим исследованиям, принимающим в расчет специфический характер этого мира. Следует лишь распрощаться с представлением, будто этот мир – наш безропотный слуга. Мы должны с уважением относиться к нему. Мы должны признать, что не можем полностью контролировать окружающий нас мир нестабильных феноменов, как не можем полностью контролировать социальные процессы (хотя

экстраполяция классической физики на общество долгое время заставляла нас поверить в это).

Открытие неравновесных структур, как известно, сопровождалось революцией в изучении траекторий. Оказалось, что траектории многих систем нестабильны, а это значит, что мы можем делать достоверные предсказания лишь на коротких временных интервалах. Краткость же этих интервалов (называемых также темпоральным горизонтом или экспонентой Ляпунова) означает, что по прошествии определенного периода времени траектория неизбежно ускользает от нас, т. е. мы лишаемся информации о ней. Это, кстати, служит еще одним напоминанием, что наше знание – всего лишь небольшое оконце в универсум и что из-за нестабильности мира нам следует отказаться даже от мечты об исчерпывающем знании. Заглядывая в оконце, мы можем, конечно, экстраполировать имеющиеся знания за границы нашего видения и строить догадки по поводу того, каким мог бы быть механизм, управляющий динамикой универсума. Однако нам не следует забывать, что, хотя мы в принципе и можем знать начальные условия в бесконечном числе точек, будущее, тем не менее, остается принципиально непредсказуемым.

И еще, заметим, новое отношение к миру предполагает сближение деятельности ученого и литератора. Литературное произведение, как правило, начинается с описания исходной ситуации с помощью конечного числа слов, причем в этой своей части повествование еще открыто для многочисленных различных линий развития сюжета. Эта особенность литературного произведения как раз и придает чтению занимательность – всегда интересно, какой из возможных вариантов развития исходной ситуации будет реализован. Так же и в музыке – в fugaх Баха, например, заданная тема всегда допускает великое множество продолжений, из которых гениальный композитор выбирал на его взгляд необходимое. Такой универсум художественного творчества весьма отличен от классического образа мира, но он легко соотносим с современной физикой и космологией. Вырисовываются контуры новой рациональности, к которой ведет идея нестабильности. Эта идея кладет конец претензиям на абсолютный контроль над какой-либо сферой реальности, кладет конец любым возможным мечтаниям об абсолютно

контролируемом обществе. Реальность вообще не контролируема в смысле, который был провозглашен прежней наукой.

Повествование в науке

Современная наука в целом становится все более нарративной. Прежде существовала четкая дихотомия: социальные, по-преимуществу нарративные науки – с одной стороны, и собственно наука, ориентированная на поиск законов природы, – с другой. Сегодня эта дихотомия разрушается.

В прежней идеологии науки уникальные события – будь то зарождение жизни или зарождение мироздания – представлялись почти антинаучно. ...

... Согласно известной формуле Фрейда, история науки есть история прогрессирующего отчуждения – открытия Галилея продемонстрировали, что человек не является центром планетарной системы, Дарвин показал, что человек – всего лишь одна из многочисленных биологических особей, населяющих землю, а сам Фрейд обнаружил, что даже наше собственное сознание является лишь частью объемлющего его бессознательного. Аналогичную идею о том, что история науки представляет собой не что иное, как отчуждение, мы обнаруживаем также в одной из работ Жака Моно. Однако обсуждаемые в данной статье представления о реальности предполагают обратное: в мире, основанном на нестабильности и созидательности, человечество опять оказывается в самом центре законов мироздания.

Такое понимание мироздания становится важным фактором, способствующим окончанию эпохи культурной раздробленности цивилизации. Например, в Китае была развита впечатляющая наука, никогда, однако, не касавшаяся вопроса о том, как падает камень, – идея законов природы в том юридически-правовом смысле, в каком мы их понимаем, была чужда китайской цивилизации. Для китайца Вселенная представляла собой когерентное образование, где все события взаимосвязаны. Я надеюсь, что наука будущего, сохраняя аналитическую точность ее западного варианта, будет заботиться и о глобальном, целостном взгляде на мир. Тем самым перед ней откроются перспективы выхода за пределы, поставленные классической культурой Запада....

Пригожин И. Философия нестабильности // Вопросы философии. // 1991. – № 6. – С. 46–57.

С. Б. Кримський. Зміна методологічної свідомості сучасної науки (2005)

Не можна зараз пройти повз свідчення Тейяра де Шардена, яке ще десятиріччя тому здавалось би для нас метафоричним. "... Ми, – писав він, – починаємо розуміти, що дещо розвивається у світі через наше посередництво, мабуть, навіть, за наш рахунок. І що найважливіше, що в цій великій грі ми водночас гравці, карти та ставка. Ніхто не продовжить її, якщо ми підемо від столу. І ніхто не може примусити нас залишитись за столом. Чи варто грати, чи ми обдурені?... Питання це ледве сформульоване в серці людини, яка звикла за сотні століть "марширувати". Висловлене ще пошепки, але вже відчутно, це питання з необхідністю провіщує близький гуркіт". Адже людство впритул підходить до червоної риски, що демаркує буття та небуття.

У цих умовах виникає нова, за висловом М. М. Мойсеева, філософія небезпечної межі, усвідомлення того, що людина за своїм призначенням – не зовнішня щодо природи сила, яка може робити з нею що заманеться, а виражає кульмінацію в розвитку процесів самоорганізації існуючого. Сучасна наука свідчить про коеволюцію, тобто об'єктивну історичну взаємозалежність розвитку природи та людини. Ця взаємозалежність і становить ноосферний імператив, що визначає межу тому Прометееву виклику природі, на якому століттями будувалась концепція панування людини над своїм природним буттям. Зараз в умовах екологічної кризи цивілізації стає зрозумілим, що "одне з найважливіших завдань, яке стоїть перед великою наукою, – це сказати, що нам дозволено? Де ліміти допустимої активності людини в різних сферах її прикладання?". Відповідь на ці фундаментальні питання і дає програма комплексних наукових досліджень, яка буде сформульована В. І. Вернадським у його вченні про ноосферу.

Формування ноосфери є, за В. І. Вернадським, тією критичною крапкою розвитку матерії, коли біосферні процеси призводять до неможливості подальшої еволюції живого поза приведенням чинників її

самоорганізації до єдності з людським розумом. Тим самим біосфера виходить на нові, розумні механізми еволюції, що ведуть до ноосфери.

Включення розуму в систему природи стає необхідним, бо він протистоїть ентропії, вивільняє культурну біохімічну енергію (аграрне виробництво), розкриває інформаційні підвалини еволюції, забезпечує умови зростання цілісності біосфери та шукає шляхи припинення процесу зменшення генної багатоманітності життя. У цьому відношенні формування ноосфери як системи включення розуму до складу живої природи є своєрідною її відповіддю на “заклик” Всесвіту, космогенез якого створює оптимальні умови для виникнення життя та його розумових чинників.

З цього випливає, що ноосфера є сферою розуму не в звичайному, абстрактно-логічному сенсі, а в специфічному відношенні. У ноосферному розгляданні розум – це не господар буття, а його репрезентант, необхідна розпорядна за своєю функцією сила, яка діє не сама собою, а в контексті загальних космопланетних закономірностей існуючого.

Розумність людини в її взаємовідносинах із зовнішнім світом має своїм критерієм цілісність, системність та єдність ноосфери, тобто сфери загальних закономірностей буття природи й людини. А ця єдність і цілісність мають як біологічні передумови (зокрема загальний геном у тварин та людей: наявність схожих генетичних одиниць та вірусно-бактеріальних форм їх передачі), так й інформаційні та польові основи. Тому зараз вчені говорять про ноосферу як моноліт планети, життя, інстинкту та духу.

Єдність усіх форм живого на землі та її планетарного буття, яке виявляється все більш залежним від органічної еволюції і її вершини – розуму, обумовлює нове почуття глобальності, нову ноосферну ідеологію людства. Вона передбачає відповідальність людини як лідера життя перед усім існуючим та розуміння спорідненості людської, тваринної і планетарно-екологічної систем ноосфери. Адже світова історія наприкінці XX століття надала людській діяльності такі риси та масштаби, які не просто загрожують існуванню моноліту планети життя та духу, а вже зараз завдають йому непоправних струсів.

Цей конфлікт людини з навколишнім середовищем досить виразно моделюється в термінах математичної теорії гри. Так, з погляду цієї теорії діяльність людини відповідає таким умовам “гри” з планетою,

при якій від людини вимагається лише мінімум бездоганних “ходів”. Але й цього мінімуму людина не виконує. Якщо таке порушення найелементарніших вимог розумного втручання в планетне середовище буде продовжуватись, то не виключено, що в нашому світі почнеться затухання космічних процесів самоорганізації живої матерії. І, отже, природа, яка досі була прихильною до людського буття, почне сприяти іншим галактичним формам розуму.

Відтак, існують певні космічні (а точніше, ноосферні) ліміти людського свавілля в природі, певні межі, за якими вичерпуються космічні функції земного розуму. Увесь сенс сучасної ситуації, що поставила питання про виживання людини у Всесвіті, і полягає в тому, що ми впритул наближаємось до цих лімітів.

Дуже виразно подібне наближення до згубної межі вималював російський письменник О. Гельман: “Закінчився, – пише він, – гарантійний термін, що був заданий природою історії людства, протягом якого можна було поводитись безглуздо, божеволіти, підніматись та падати, розбиваючись до крові. І закінчився цей термін на нас, на нашій хвилі життя, на поколіннях, що живуть наприкінці ХХ століття. Природа поступила з нами шляхетно: вона підвела нас до цієї грані не як мамонтів, що колись вимерли, тобто без поняття, а при ясній свідомості. Природа зробила все, що змогла. А тепер вона поклала нам в руки нашу історію, наших дітей, вже народжених і ще не народжених, та сказала: далі вже самі, братці, чи керуйтеся розумом, чи все, прощайте”.

Ці безпрецедентні вимоги до людини стають цілком виправданими, якщо згадати до того, що вона вписана в Універсум і засвідчує не тільки наявну, а й потенційну реальність. Сама межа між потенційними світами та актуальністю земного світу маркірується людською діяльністю. Людина впливає врешті-решт і на мультивсесвіт можливих світів. У множині світопорядку людський світ виступає як актуалізація потенційної моці всього Універсуму. Універсум тим самим виявляється вище людини через саму людину, а єдність світу розпізнається аналогічно тому, як через множинність ликів (відображень) встановлюється їх причетність одному дзеркалу.

У цих умовах і саме пізнання все більш набуває вигляд зондажу потенційних світів. У науці виникає свого роду варіантне мислення, яке оперує з множинністю рішень проблемних ситуацій, і завдання вибору

єдиного “царського шляху” замінюється пошуком комплементарності. доповняльності можливих сценаріїв подій.

Необхідність такого варіантного мислення виявляється тим більш нагальним, чим глибше у філософському дискурсі ХХІ століття на-ростає усвідомлення ілюзорності нашої впевненості в обов’язковості, спланованості успіху всякого пізнання, бо воно нібито завершується об’єктивною істиною. Насправді ж, як виразно свідчить досвід нашого часу, пізнання не менш прирікає дослідника на поразку, ніж на успіх.

Аналізуючи пізнавальний процес у термінах теорії катастроф, французький математик Р. Том, розглядає його як боротьбу з неозначеним результатом, в якій шанси виграшу не мають переваги перед шансами програшу. “Пізнання, – пише він, – не обов’язково буде обіцянкою успіху чи виживання: воно може вести також до впевненості в нашій поразці, у нашому кінці”. У такому контексті знання втрачених можливостей чи несприятливих результатів характеризує пізнання не менш, ніж успіх остаточного вибору єдиної істини.

Особливість нових стратегій наукового пізнання наприкінці ХХ століття така, що в ньому долається асиметрія протиставлення єдиної істини множині заблуджень завдяки припущенню багатолікості істинного результату, його конституювання через множину думок (гадок).

Дослідження за програмою “Штучний інтелект” конфліктних ситуацій людської діяльності та мовних актів виявило в 70-ті роки ХХ століття ліміти динамічної парадигми уявлення мислення як гомеостатичного процесу. Внаслідок цього концепція “універсального інтелекту”, на якій будувалась класична кібернетика, зазнала кризи і, замість неї, висунулось дослідження множини можливих моделей мислення в рамках теорії фреймів, семантичних сіток, концептуальних структур мови. У такому контексті нові інтелектуальні стратегії виходять з неможливості єдиної траєкторії розвитку пізнання, що оптимізується ідеалом єдиної істини, і затверджує множинність її гносеологічних образів.

Наука завжди боролася з антропоморфізмом, здійснюючи ідеал об’єктивного знання, максимально відволікаючись від усіх плям суб’єктивності та людської недостовірності. Невипадково природознавство в його новоевропейському розумінні починається

з коперніканської революції, що покінчила з антропоцентризмом, та конститується через введення причинної матриці аналізу фізичної реальності, яка була засобом опису явищ за їх власним механізмом дії, поза людських цілей.

Ця ситуація почала змінюватись вже в першій половині XX століття з появою квантово-механічного опису фізичної реальності та введення систем відліку спостерігача в релятивістській механіці. Виявилась зростаюча роль активності суб'єкту, апаратні засоби якого стали зокрема чинником, що актуалізує як предмет спостереження одну з багатьох можливостей, описуваних “хвильовим пакетом”.

Узагальнюючи цю ситуацію, В. Гейзенберг писав: “... У природознавстві предметом дослідження є вже не природа сама собою, а природа, оскільки вона підлягає людському запитанню”. Людина в даному відношенні опиняється в стані капітана намагніченого корабля, коли стрілка компасу показує не на північ, а на масу самого корабля. Рівно також і в сучасній науці “йдеться за суттю справи вже не про зображення природи, а про картину наших відношень до природи”.

Розвиток такого підходу оформився в 70-ті роки XX століття в концепцію “експериментального діалогу” людини з природою, яка збагатилась ідеями синергетики та істотно вплинула на новий образ науки. Адже з погляду “експериментального діалогу” об'єкти в науці перестали бути для дослідника лише сировиною його активності. Виявилось, що об'єкт, за виразом І. Пригожина, не може бути пізнаний “сторонніми очима”, а потребує підключення дослідника до буття пізнавального в якості розпізнавальної системи.

Інакше кажучи, на рівні синергетичного розкриття концепція “експериментального діалогу” набуває вигляду нової стратегії пізнання, стратегії співучасті. І людина, і природа підкоряються загальним синергетичним закономірностям і можуть розглядатись як структурні компоненти єдиного процесу, що самоорганізується. З тією тільки різницею, що людина виступає як система, котра здатна розрізнявати минуле та майбутнє вказаного процесу. Тим самим людина перестає бути чинником, від якого наукове пізнання повинне обов'язково відволікатись, а сам образ науки набуває людських вимірів.

Але тут є одна принципова обставина. Формування в другій половині XX століття образу людинорозмірного наукового пізнання не означає висування на передній план неблаганної суб'єктивності людини, не порушує принцип об'єктивності як ідеал науки. Людина як компонент “експериментального діалогу” виступає з погляду синергетики у функції об'єктивної розпізнавальної системи чи в крайньому разі як інструментально діючий чинник.

Важливе уточнення вніс у цю картину людинорозмірного пізнання, що зберігає ідеал об'єктивності опису, так званий антропний принцип. Він засвідчив, що людина як творча сила, що здатна спричиняти зміни в зовнішньому світі, вписана в природу матерії більш органічно, ніж це розумілось раніш. Людина в певному розумінні виявилась репрезентантом, представником творчих можливостей Універсуму. Ось чому під кутом зору принципу антропності природа реалізує ті можливості, ті форми буття, які припускають умови їх спостереження, самого спостерігача.

У такому розумінні нема ані граму соліпсизму чи махістського підходу. Тут діє певна об'єктивна закономірність (хоч вона й може бути названа антропоною), згідно якої в нашому світі здебільше реалізуються ті можливості, котрі роблять імовірною появу життя та людини. Принципово можуть бути й інші можливості, але в силу більшої ймовірності людинорозмірного буття світ позалюдської стихійності виявляється потенційним, а не актуальним.

Вказані настанови принципу антропності припускають і методологічне подання. Його можна розкрити під кутом зору універсалізації людської практики, яка, визнаючи зв'язок людини з тим, що є потрібним у зовнішньому світі, “висвічує” у ньому лише людиновимірні параметри буття. Але й в онтологічному, і в методологічному тлумаченні принцип антропності дає підстави вважати, що в сучасній науковій картині світу (яка склалась після 70-х років XX століття) людина універсалізується з боку того, що вона робить у світі, а світ конкретизується як те, що робить саму людину, задає її творчі можливості.

Отже, набуття сучасною наукою людиновимірних параметрів характеризує не її антропологізацію чи, навіть, суб'єктивізацію, а виступає парадигмацією людської діяльності. Її істотні риси (у тому

поданні, як вони моделюються кібернетикою та синергетикою) типу конструктивності та саморегуляції (програмності), проективності (модельності) та новачійності, інформаційності та алгоритмічності, оптимальності та трансформаційності тощо можуть розглядатись як універсальні показники творчої здатності Універсуму. Тому, скажемо, зараз не можна, як це траплялось у 30-ті роки ХХ століття, говорити про “свободу волі” електрону в мікросвіті, бо предметом квантово-механічного опису виступає не окремий електрон (у силу тотожності всіх часток одного сорту), але інформаційна система “електрон – вимірювальний прилад”, яка, дійсно, має певні конструктивні можливості, тобто виявляє аналогію з людською діяльністю. Ця аналогія парадигмується у всій системі сучасної науки.

Уже поява вчення про ноосферу, яке доводить, що сама природа з боку своїх внутрішніх закономірностей приходить до необхідності конструктивної діяльності в межах коеволюції людини та природного буття, свідчить про продуктивність діяльної парадигми. Зрозуміло, тут йдеться не про тотожність творчих сил природи та людини, а про те, що сама аналогія з людською діяльністю є евристичною для моделювання всіх явищ фізичного та органічного життя.

Цілі наукові напрями, такі як кібернетика, інформатика, синергетика, соціобіологія інтенсивно розвиваються саме в рамках здійснення аналогії між функціонуванням природних та штучних систем людської діяльності. Інтенсивно розвиваються й самі науки про людську діяльність: ергономіка, праксеологія, логіка дій, соціологія праці, філософське вчення про практику. Виникають комплексні наукові напрями, що використовують схеми людської діяльності: математична економіка, теорія оптимального планування, структурна лінгвістика. Аналогія з людською діяльністю виявилась парадигмальною та плідною й в математиці. Про це свідчить розвиток теорії операцій та, пов’язаних з нею теорії раціональних дій, теорії рішень, теорії гри, виникнення алгебри конфліктів, продуктивність засобів теорії алгоритмів, конструктивної математики взагалі.

Особливу результативність аналогія з людською діяльністю здобула в синергетиці, яка створила нову ситуацію в пізнанні та практиці наприкінці ХХ століття. По-перше, було показано, що порядок в

системах, що самоорганізуються, оснований не на сталості, а, навпаки, сама сталість досягається за рахунок змін, спонтанності та свободи. По-друге, синергетика підірвала консервативну настанову класичної науки, згідно якої закони природи дозволяють нібито тільки смерть, зростання ентропії.

Самоорганізація системи, як відомо, є пов'язаною з виникненням когерентності поведінки її елементів, ефектами цілісності, формуванням у системі фази, як у світловій хвилі. Інакше кажучи, у системі, що самоорганізується, з'являються умови процесу, який в ембріології зветься морфо-генетичним полем, а за сучасною термінологією може бути охарактеризований як спонтанна програмність. Тим самим, за думкою І. Пригожина, у складних системах виникає аналог душі і заповнюється прірва між суб'єктивним та об'єктивним, що була притаманною класичній науці.

З іншого боку, статус об'єктивного та суб'єктивного змінюється в сучасній науці завдяки перетворенню її предметної галузі, переходу до нового типу об'єктів та рівня аналізу фізичної реальності. Справа в тому, що в науці ХХ століття виявилась тенденція переходу від вивчення речей до аналізу станів і, далі, до розгляду об'єктів як сузір'я можливостей, світу потенційності загалом. "... Поняття можливості, яке грало досить істотну роль у філософії Арістотеля, – пише з цього приводу В. Гейзенберг, – в сучасній фізиці знову висувається на центральне місце". А це поняття "досить-таки вдало характеризує проміжне положення між поняттям об'єктивної реальності, з одного боку, та поняттям духовної і суб'єктивної реальності, з іншого".

Такою зміною предметного поля наукового пізнання і співвідношення між суб'єктивним та об'єктивним характеризується зокрема передпосилка "стратегії співучасті", підключення суб'єкта до системи об'єкта. Адже, коли суб'єкт береться з боку інструментальної діяльності, а об'єкт як сузір'я можливостей, то "підключення" суб'єкта до об'єкта постає у вигляді перетворення людської діяльності в умову реалізації можливостей конституювання фрагментів предметної сфери пізнання у фізичні об'єкти. У результаті посилення активності суб'єкта в сучасному науковому пізнанні перестає загрожувати принципу об'єктивності науки.

Вивчення можливого як предмета експериментальної реалізації дозволяє в сучасних умовах зблизити інженерну та наукову діяльність, гносеологічні категорії теорії та проекту. Більш того, воно робить евристичною аналогію між пізнанням та грою як випробуванням різних можливостей, котре нерідко використовують в науці.

У грі моделюються не тільки можливості, що закладені в об'єкт пізнання, а й сама діяльність пізнання. А це дозволяє одержувати цілісну картину буття. “Оскільки людські істоти, – підкреслює Дж. Холтон, – у своїй обмеженості стикаються з очевидною необмеженістю загадок Всесвіту, які пов'язані між собою, то ми, незважаючи на все, можемо пробувати пограти – згідно з метафорою Ньютона – у камінці на березі великого океану. Якщо ми зробимо це добре, гра може дати нам врешті-решт необхідне та бажане для нас знання – план (выгляд сверху, Übersicht) світу природи”.

Важливість та перспективність модельно-гравального підходу у формуванні наукової картини світу була розкрита після 70-х років ХХ століття, коли почала широко використовуватись комп'ютерна техніка у вигляді “машинно-людських систем”. Показовою в цьому відношенні є програма гри під назвою “Життя”, що була створена Дж. Конуеєм в рамках теорії клітинних автоматів.

Можливість розгляду особливостей нашого Всесвіту за аналогією з клітинним автоматом, на якому виконується гра “Життя”, викликала сміливу тезу такого змісту: “Тепер ми повертаємось до Лейбніца і до його дивовижного передбачення трансцендентального Розуму, який спостерігає всі можливі в нашому Всесвіті ігри та вибирає з них одну, найбільш придатну для його незбагнених цілей”. Якщо так, то конфігурації в клітинному просторі гри “Життя” типу глейдерів, періодичних структур, симетрій, що самозбагачуються, чи “чеширського кота”, можуть бути інтерпретовані, як образи передрозуму глибинних рівнів матерії, як свого роду передгностична перспектива розвитку природи.

Тут ми стикаємось з новим, принциповим феноменом наукового пізнання кінця ХХ століття – формуванням особливого суб'єкту, який репрезентує вже не просто людський розум, а кооперативне, сумісне мислення машинно-людських систем. У таких системах, де функції інтелекту розподіляються між формально-логічним апаратом машин

та евристикою людської свідомості, інакше, ніж це було колись, конститується проблема об'єктивного та суб'єктивного. Те, що завжди вважалось репрезентацією суб'єктивного, стає об'єктивним не тільки за мовною реалізацією, а й за предметністю інформаційно-електронних та обчислюваних процесів інтелектуалізації цивілізації, її самомоделювання.

У мисленні машинно-людських систем, яке заміщає місце людини в суб'єкт-об'єктній взаємодії наукового пізнання, є, здається, свій суб'єкт та об'єкт. А точніше, цю інтелектуальну систему можна вважати специфічною, внутрішньою підмоделлю самого пізнавального процесу, що здійснюється в середині духовно-практичної взаємодії з навколишнім середовищем. У такому “внутрішньому світі” пізнання на кордоні між людиною та Універсумом виникає своє примарне буття, що його, зокрема, характеризує гра за програмою “Життя” з її багатоманітністю образів дисплея.

Внутрішні ситуації електронно-інформаційних підмоделей пізнавального процесу обумовлюють специфічні ефекти, мають свої абе-рації чи фантоми. Якщо не враховувати ці нові обставини пізнання, то можуть виникнути серйозні труднощі з інтерпретацією одержаних наукових результатів. Так, у 1992 році газети багатьох європейських країн обійшла сенсація про відкриття в центрі нашої Галактики “раю”. У ситуації, що її так сенсаційно було подано на газетних шпальтах, дійсно було щось незвичайне.

Справа в тому, що, оскільки центральна частина Галактики прихована від прямого спостереження скупченням пилової матерії, то її вивчення можливе за допомогою радіохвиль та відповідної електронно-комп'ютерної апаратури, що їх реєструють. Але візуалізація інформації, яка була одержана цими електронними пристроями, дала на дисплеї зображення “колон”, “портика” тощо. Насправді апаратура зафіксувала певний математичний порядок в структурі радіозображення галактичного центру. Але комп'ютер подав візуалізацію цього порядку у вигляді античних споруд. Це подібне до того, як кольорове фото комети Галлея, що його зробила космічна станція “Вега”, було не прямим зображенням цього об'єкта, а кольоровим моделюванням розподілу температур на поверхні кометного ядра.

До вказаних внутрішніх ефектів машинно-людських систем інтелекту, мабуть, слід віднести і відкриття “чинника диявола” в обчислювальному експерименті, що його проводили С. Яковенко, С. Майоров та О. Ткачов в Інституті загальної фізики РАН у 1992 році. У ході цього експерименту було з’ясовано, що плазма в закритому посуді, внутрішні стінки якого відштовхували частки без зміни їх енергій (тобто при умові збереження повної енергії системи) не приходить до термодинамічної рівноваги. Порушення законів статистичної механіки, яке при цьому відбувалось, можна було ліквідувати лише при умові зовнішнього стохастичного впливу на систему, тобто за рахунок “введення злого духу (демона, диявола), а точніше – зовнішнього стохастизатора”.

Такий феномен скоріш за все є породженням тієї обставини, що в комп’ютерних системах числення стало об’єктивним процесом, який потребує специфічної “зчитки” інформації з подій, що запрограмовані математичними рівняннями. Внутрішня логіка цієї зчитки і виявляє необхідність врахування зовнішнього впливу. Адже, коли В. Гейзенберг правий, що стратегії сучасного наукового пізнання нагадують дії капітана намагніченого корабля, компас якого вказує на самий корабель, то тоді нормою методологічної свідомості стає звернення до “третьої позиції”, зовнішньої відносно співучасників пізнавального акту. А те, що така метавимога може здійснюватись чи демоном, чи галактичним суб’єктом, чи ментальністю другої цивілізації або машинно-людської системи – це вже питання засобів моделювання парадоксів сучасної наукової картини світу.

Парадигмація людської діяльності та об’єктивація інформаційних основ предметного поля науки ставить нове питання про семіотичну онтологію пізнання і, відповідно, про радикальне зростання ролі символічних засобів осягнення світу. Вже з доведенням на базі прогресу кібернетики феномену інформації як третього, поряд з речовиною та енергією, різновиду реальності виникла нова предметна галузь науки – інформаційний аспект природи. Саме його існування і дало можливість сучасним теоретикам кібернетики кваліфікувати її як дослідження особливої знакової дійсності в її інформаційному поданні.

Інформаційна інтерпретація певних, в тому числі квантових закономірностей світу, виділяє проблему семіозису природних об’єктів та

їх знакової заданості у вигляді “треків”, “каскадів”, “плям” та інших знакових слідів у камері Вільсона. Виявилось, що синтаксичні структури мають універсальну онтологію, їм відповідають, навіть, соціальні адекватності у вигляді, наприклад, структур обміну жінками в архаїчних суспільствах та топологічні варіації в аналізі просторів багатьох вимірів. При топологічному моделюванні граматичних трансформацій висловлювання, як показав Р. Том, можна розглядати як динамічні атрактори, що пов’язані з вершинами графів взаємодії.

Загальнозначне поширення одержав алгоритм пошуку слів у кінцево-му лабіринті. Він виявився загальним як для алгебраїчної теорії розпізнавання образів, так і для розшифровки кодів генетичної інформації. Теорія генетичної інформації довела тотожність синтаксичних структур природних мов структурам мови спадкоємності для всіх форм життя.

Вказані явища в проблемному полі сучасної науки і дали підставу для констатації поширення лінгвістичної парадигми гуманітарних наук на все пізнання в цілому. Таке поширення деякі філософи характеризують як лінгвістичний поворот у методологічній свідомості науки.

Він пов’язаний, зокрема, з переходом від аналізу суб’єкт-об’єктної взаємодії до знаково-символічного моделювання і самої реальності, і операціоналізації її образів у людській діяльності. Адже всяка репрезентація буття є мовною, і тому світ є доступним пізнанню як певний дискурс. Відповідно, проблема відношення свідомості до буття поглиблюється через дослідження відношення мови до систем референції, а аналіз ідей перетворюється у вивченні семіозису об’єктів (тобто їх знакового подання в показниках шкал, приладів, результатах обчислюваних експериментів, математичній мові “книги природи”).

Такий підхід висуває на передній план наукового пізнання процедури інтерпретації, які розкривають предмет дослідження множиною моделей та плюралізмом припущень. Тим самим затверджується новий стиль та режим пізнавальної діяльності в її полілінійності, поліваріантності, комунікативній артикуляції. Це й означає той лінгвістичний поворот у методологічній свідомості, який становить вже складову частину гуманітарної революції на межі ХХІ століття, що доповнює науково-технічну революцію ХХ століття.

Кримський С.Б. Запити філософських смислів. – К.: Вид. ПАРАПАН, 2003. – 240 с. – С. 169–180

Ірина Добронравова

Добронравова Ірина Серафимівна (1947 р. н) – відомий український філософ, доктор філософських наук, професор, завідувач кафедри філософії та методології науки Київського університету ім. Тараса Шевченка, президент Українського синергетичного товариства. Основні праці – в галузі філософії науки, епістемології, методології сучасного наукового пізнання, філософських проблем синергетики.

Ми наводимо тут одну з її статей, яка описує особливості методологічної культури сучасної науки.



І. С. Добронравова. Нелінійне мислення (1991)

Руйнація обличчя світу, створеного “здоровим глуздом” і “автоматизмом мови”, – не світогляд і не естетична система. Це – мова культури.

Ю. М. Лотман

Завдання статті – розглянути такий найважливіший наслідок сучасної революції в природознавстві, як формування нового стилю наукового мислення. Ми приймаємо як його позначення термін “нелінійне мислення”, вже спорадично вживаний природодослідниками. Цей термін влучно підкреслює ту головну умову, за якої стають незастосовними старі наукові підходи, що здавалися раніше універсальними. Врахування нелінійності фізичних взаємодій, біологічних і соціальних процесів висуває на перший план нестійкість і неоднозначність ситуації вибору і його необоротність, довільні процеси формування нових структур з елементів середовища й нелокальний характер дії при цьому параметрів порядку, що забезпечує цілісність новоутворень. Зрозуміло, “лінійне” мислення – орієнтоване на універсальність дії оборотних динамічних законів – тут у принципі непридатне.

Нелінійне мислення – явище, яке ще не склалося. У самосвідомості вчених воно подане не систематично, скоріше у формі заперечення

стандартів класичної науки. Його дослідження як нового стилю наукового мислення покликане не тільки прояснити його особливості й місце в сучасній методології науки. В принципі саме формування стилю наукового мислення неможливе без методологічної рефлексії, її вихідний рівень – внутрішньонаукова методологічна рефлексія вчених-природознавців. Але розвинута методологічна свідомість передбачає і власне філософське усвідомлення процесів розвитку наукового пізнання. Коли метод досягає рівня методологічної свідомості, це і означає формування стилю наукового мислення, себто, в певному розумінні, синтез методологічних зусиль відповідного історичного періоду в даній сфері науки. Це відображено в загальноприйнятих визначеннях поняття “стиль мислення”. Наведемо тут те розгорнуте визначення, яке дає Л. Мікешина на основі аналізу принципів класифікації стилів наукового мислення у працях ряду методологів науки: “....стиль наукового мислення функціонує в науці як динамічна система методологічних принципів і нормативів, що детермінують структуру наукового знання, його конкретно-історичну форму. Стиль мислення визначається наперед науковою картиною світу, що задає загальні уявлення про структуру і закономірності дійсності у рамках певного типу науково-пізнавальних процедур і світогляду”.

Очевидно, що ні нова наукова картина світу, ні система методологічних принципів не створюється в самосвідомості наукового співтовариства доти, доки алгоритми діяльності, не руйнуючи математичної аналогії, не суперечачи математичній гіпотезі, виявляють свою ефективність у ще не освоєній сфері дійсності. На цьому етапі невідповідність нових результатів прийнятим стандартам бачення світу і наукового пояснення фіксуються лише підкреслюванням “дивовижності” поведінки нових об’єктів науки (наприклад, “дивовижність” як характеристика елементарних частинок) або “несподіваність”, яку підкреслювали синергетики у поведінці самоорганізовуваних систем.

Ідучи за С. Б. Кримським, проаналізуємо новий стиль мислення, по-перше, як реалізацію евристичності певних груп категорій; по-друге, у зв’язку з відповідним способом бачення світу (парадигма, наукова картина світу); і по-третє, як спосіб застосування методу, спосіб заглиблення його в конкретний матеріал. Останній аспект передбачає

висвітлення системи методологічних принципів, прийнятої в даний історичний період. Спочатку, однак, звернемося до способу бачення світу, що відповідає нелінійному мисленню. Як пишуть Пригожин і Стенгерс: "...наше бачення природи зазнає радикальних змін у бік множинності, темпоральності й складності". Відмова від таких передумов класичної науки, як уявлення про фундаментальну простоту універсальних законів, оборотних у часі й далеких від випадковості, не є лише внутрішньою справою наукового співтовариства. Наукова картина світу як компонент світогляду людини зачіпає й істотні питання розвитку культури. І якщо у світі, описуваному класичною наукою, природа виступає як автомат, цілком чужий для людини, а наукова раціональність не в змозі вмістити в себе такі важливі для людини моменти, як необоротність існування і свобода вибору, то це вже не просто колізії наукової думки, а підстави культурної кризи. Це і звернення до ірраціональності й містики в усьому, що стосується людини, відчуженої класичною наукою від природи, і позитивістська відмова від ідеалів об'єктивності в науці, і лише усвідомлення меж класичної науки, пов'язане як із розвитком самої науки, так і з тенденціями розвитку соціуму в бік відкритості, множинності культурних альтернатив, змінило ситуацію: "Перед нами не стоїть колишня дилема трагічного вибору між наукою, що прирікає людину на ізоляцію в навколишньому її світі, позбавленому чарівності, і антинауковими ірраціональними протестами..., бо ми як учені починаємо намацувати свій шлях до складних процесів, що формують найзнайоміший нам світ – світ природи, в якому розвиваються живі істоти та їх угруповання. Ми... вступаємо у світ усталеного, виникаючого".

Отож, бачення світу в сучасному точному природознавстві – це бачення з погляду розвитку. Всі об'єкти світу, включаючи світ, розглядаються як такі, що усталюються і розвиваються. Відповідно трактуються загальні форми буття цього світу і в цьому світі, що виступають як онтологічні відповідності найважливіших категоріальних співвідношень, утілених у понятійних структурах теорій самоорганізації.

Так, ціле вже **не** збирається з частин як із кубиків, а саме формує в своєму розвитку свій елементний склад (космологічні сценарії, узагаднені на унітарних калібрувальних теоріях елементарних частинок

і їх взаємодій) або свої частини з наявних елементів середовища (дисипативні структури всіх різновидів). Розвиток цілого детермінований законами лише на певних етапах між точками біфуркацій, де випадковість необоротним чином визначає народження нової необхідності. Внутрішній необоротний час становлення нової структури (темپ подій) нелокальний, не подається як сума моментів, як параметр, аналогічний до просторових параметрів. Нестійкість, притаманна критичним значенням параметрів у точках біфуркації, робить незастосовним поняття траєкторії, зумовлює нелокальність просторових характеристик об'єктів, що розвиваються. Просторова нелокальність пов'язана з глобальним характером самоорганізації, коли просторові масштаби процесів набагато перебільшують масштаби актів взаємодії між елементами середовища (немовби дальності). Конкуренція флуктуацій, виживання підтриманої зовні флуктуації або такої, що найшвидше розвивається, пригнічення решти флуктуативних процесів або встановлення когерентності схожих флуктуацій на всьому просторі вихідної системи (принцип підпорядкування) забезпечує глобальність процесу самоорганізації. Істотною є роль розмірів вихідної системи для утворення нових структур: критичний розмір, починаючи з якого можлива самоорганізація, вплив розмірів на хід самоорганізації.

Такі деякі риси світу, відкриті новими природничо-науковими теоріями й узагальнені у відповідній науковій картині світу. Хотілося б підкреслити, що цю картину світу не можна назвати власне фізичною, хоча вона розвиває те, що свого часу було якраз фізичною картиною світу. І хоча саме розвиток фізики і привів до появи фізики живого, нинішня ситуація не є просто результат фізичної експансії. Єдині принципи опису, скажімо, живого, взятого як у фізичному, так і в хімічному і в біологічному аспектах, дають підстави для серйознішого прочитання, синтезу сучасного природознавства в єдину наукову картину світу.

Більше того, єдність людини і природи, що знаменує культурний смисл сучасної революції в природознавстві, дозволяє включити в цю наукову картину світу людину в нерозривності її природної і соціальної іпостасей. Йдеться не тільки про опис соціуму в термінах синергетики (хоча такі спроби дедалі більше слушні й успішні). В даному разі не менш важливе обґрунтування доречності людської діяльності в цьому

світі й можливої її пропорційності йому. Ось що пишуть про це Пригожин і Стенгерс: "...складні системи мають високу чутливість щодо флуктуації. Це вселяє у нас одночасно і надію й тривогу: надію на те, що навіть малі флуктуації можуть посилюватися і змінювати всю їх структуру (це означає, зокрема, що індивідуальна активність аж ніяк не приречена на безглуздість); тривогу – тому, що наш світ назавжди позбувся гарантій стабільних, неминущих законів. Ми живемо в небезпечному і неповному світі, що викликає не почуття сліпої впевненості, а лише... почуття поміркованої надії". В цьому уривку йдеться про суспільство як про складну систему. Однак специфіка нинішньої ситуації полягає в тому, що в сучасній науковій картині світу усвідомлюється єдність у відношенні людини до суспільства і до природи.

У рамках класичної картини світу людська дія взагалі не обґрунтовувалася, оскільки можливий там природний опис людини як мислячої істоти зі свободою волі був би карикатурою на неї (звідси розрізнення Кантом у розумінні людини природної і вільної причинності).

Виведення людини за межі пасивної природи, відокремлення законів суспільного життя від життя природи було вихідним світоглядним пунктом антропоцентричного технократизму щодо природи ("не можемо чекати милості") і нинішніх екологічних трагедій.

Навпаки, сьогоднішня тенденція до усвідомлення єдності людини й природи, природи й суспільства дає шанс новому розумінню відповідальності людини за свої дії, оскільки й слабкі флуктуації, що вносяться нею в природне існування, посилюючись, можуть, як ми знаємо тепер, мати планетарні наслідки (і є надія, що за наявності знання і доброї волі не тільки негативні).

Нам здається, що специфіка нелінійного мислення визначається не тим, що якісь ще філософські категорії були освоєні науковим співтовариством, яке виявило їх застосовність і евристичність під час вивчення нових об'єктів пізнання. Так, скажімо, група категорій детермінації, що діють у нелінійному мисленні, порівняно зі стилем мислення квантової фізики, збагатилася категоріями "основи", "умови". Але ця обставина аж ніяк не вичерпує сутності такої події, як формування нелінійного мислення. Новий стиль мислення – не чергове розширення стилів мислення попередньої "фізики існуючого". У певному розумінні він їм навіть протистоїть. Що мається на увазі?

Досі кожен новий крок у розвитку фізики розширював можливості фізичного мислення, знімаючи ті чи інші обмеження на використання евристичної сили тих чи інших категорій. Так, спосіб усвідомлення детермінованості фізичних подій, порівняно з механічним розумінням необхідності причинно-наслідкового зв'язку збагатився розвитком кінетичних теорій категорією випадковості, а згодом, зі створенням квантової механіки, – категоріями можливості та дійсності. Однак за всієї методологічної значущості випрацювання концепції імовірної причинності, оборотність динамічних законів квантової механіки накладала обмеження на можливості квантово-механічного стилю мислення. Це позначилося, зокрема, під час спроб створення квантової хімії. Хімічне знання, що включає неелімінований момент необоротності більшості хімічних реакцій, стало таким, яке неможливо виразити повною мірою в термінах квантової механіки.

Щоправда, тривалий час фізики вважали, що коли будь-яку науку не можна перебудувати за фізичним зразком або звести до фізики, то тим гірше для цієї науки. Точність фізичного знання, становище лідера природознавства, успіхи в теоріях і практичному їх застосуванні сприяли впевненості в ефективності випрацюваного у фізиці способу мислити.

Власне, тому в працях за стилем мислення і йшлося про евристичність окремих категорій, їх пар, їх груп. Новизна сучасної ситуації, на наш погляд, полягає в тому, що в нелінійному мисленні евристичними є цілісні категоріальні структури діалектики як методу. Так, наприклад, категоріальні структури детермінації і формоутворення успішно працюють в осмисленні процесів самоорганізації.

Гегелівські положення стали застосовні до аналізу ситуації біфуркації. Розглядаючи як основу становлення нової структури нелінійність середовища, ми виявили, що за умови критичного значення параметра, дійсне містить у собі об'єктивно різні можливості, рівноймовірні, рівновеликі, і вибір між ними визначається флуктуацією, а отже, є випадковий.

На наш погляд, саме флуктуація, що “вибирає” одне з двох розв'язань у рівняннях, можливих за певного критичного значення параметра (умови), може бути зрозуміла як причина, дією якої і є утворення тієї чи іншої структури, себто вибір системою того чи іншого шляху еволюції.

При цьому ситуація, за якої вибір стає можливим і випадковим, передусім формуванню причини. Але будь-яке з обраних розв'язань стає необхідним, що визначається дійсним станом системи перед фазовим переходом. Отож, випадковість стає доповненням необхідності, причому ця необхідність за певного варіанту вибору має свою основу та умови реалізації, а крім того, і значущість флуктуації, і сама ситуація вибору об'єктивно обґрунтовані.

Навіть цей поверховий виклад філософського аналізу проблеми причинності в синергетиці дає можливість помітити дивовижну адекватність природничо-науковому матеріалові гегелівської категоріальної схеми детермінації становлення нового у вченні про сутність із “Науки логіки”. “Реальна необхідність, – пише Гегель, – містить випадковість, вона повертається в себе” з указанного неспокійного інобуття дійсності й можливості відносно одна одної...”. Ця характеристика прекрасно змальовує ситуацію самоорганізації, коли в проміжках між біфуркаціями система підпорядковується макроскопічним законам хімічної кінетики, а в околицях біфуркації опиняється у стані “неспокійного інобуття дійсності й можливості”, коли дійсність містить у собі різні можливості, і вони рівноймовірні. Здійснивши випадковий вибір, система знову виходить на шлях необхідності, де діє вже виникла причина.

Відповідність класичній філософії і постнекласичного природознавства – чи не парадоксально це? Однак парадокс тут гаданий, оскільки суперечність існувала саме між класичним природознавством і класичною філософією відтоді, як природничо-науковий світогляд зазнає “...під час доби Просвітництва практичного краху у своєму застосуванні до історично усталеного культурного життя...”. Підстава цієї суперечності – неможливість включити людину, свободу та діяльність, у фізичну картину світу, механістичний характер якої був лише пом'якшений і затушований, але не знятий некласичною фізикою. Залічуючи незвичайні з погляду класичної науки квантові закономірності до мікрооб'єктів, фізика зберігала лапласівський детермінізм у респектабельній формі інваріантності до зміни знака часу.

Це обмежене рівнем розвитку науки розуміння природи не могло не позначатися на побудові філософських систем. Переносючи виклад

розуміння ролі випадковості в жанр філософської повісті (як Дідро), формулюючи антиномії (як Кант), розглядаючи природу як інобуття ідеї, нездатне до розвитку (як Гегель), відмовляючи філософії в усвідомленні (як позитивісти) або, нарешті, поділяючи, скільки це можливо, закони природи й закони суспільного життя (як марксисти), – філософи намагались подолати невідповідність між самосвідомістю людства і його природознавством. Успіхи у природознавстві забезпечувались прийняттям саме тих обмежень і ідеалізацій, які, будучи онтологізовані в науковій картині світу, робили її вельми нестерпною для людського світовідчужування.

Однак нині фізика була змушена звернутися до процесів становлення і раціонально їх реконструювати. Математичні форми для цього знайшлися або були наново придумані, форми ж усвідомлення здобутого знання, себто категоріальні форми раціонального відтворення процесів становлення як формоутворення нового цілого, мають бути взяті там, де вони були відкриті, – в “Науці логіки” Гегеля. Те, що вони справді працюють у новому природничо-науковому матеріалі, – це факт, що потребує свого пояснення. Сам же спосіб використання філософського вчення потребує свого обґрунтування. В такому способі звернення до філософської традиції ми дістаємо підтримку в М. К. Мамардашвілі. Він писав: “...є якісь теоретичні структури думки (і вони найінтенсивніші в історії філософії, які фактично вільні, причому в тому числі і від інтерпретації їх самими винахідниками структур”. Звичайно, завжди залишається питання коректності застосування теоретичних структур і філософських винаходів. У своїй практиці вітчизняного методолога науки автор цих рядків неодноразово змушений був захищати фізику від “упровадження” діалектики. Більше того, навіть коли застосування здійснено коректно, лишається проблемою сам факт успішності цього застосування. Це проблема культурологічних засад науки. Дійсно, що ж спільного між часом, що породив Гегеля, і часом, що привів природознавство до застосування його ідей?

Складність сучасної ситуації полягає ще і в тому, що застосування нелінійних методів виводить наукові дисципліни за колишні рамки. Так, фізика високих енергій зникається з космологією; нелінійна термодинаміка виходить і на фізичну, і на хімічну кінетику; виникають такі

нові наукові дисципліни, як фізика живого. Отож, не просто формується новий стиль мислення, а створюється нове наукове співтовариство.

І знову-таки, тісними робляться рамки традиційних уявлень методології науки. Неможливо мовити лишень про співвідношення теорій із науковою картиною світу й стилем наукового мислення. Кажучи про формування стилю наукового мислення, доцільно скористатися методологічною моделлю дослідницьких програм. Бувши формою розвитку знання, програми, природно, виводять методологічний опис діяльності вчених за межі теорій і концептуальних систем форм як фіксації готового знання, за роздільні бар'єри наукових дисциплін.

Виходячи з методологічної гіпотези, описаної мною раніше, згідно з якою синергетика є першою загальнонауковою дослідницькою програмою, і пам'ятаючи про те, що її абстрактна базисна теорія послідовно пов'язана, насамперед, із розвитком фізики, спробуємо окреслити коло методологічних принципів, що визначають спосіб заглиблення нелінійних методів у конкретний матеріал. Ці методологічні принципи – це принципи реалізації дослідницької програми і водночас ядро нового стилю мислення – нелінійного мислення.

У разі опису нелінійного стилю мислення не йдеться про завдання на всі часи вичерпного списку методологічних принципів. Цей позитивістський ідеал повного опису критеріїв науковості не може бути здійснений хоча б тому, що межі наукової раціональності, на щастя, розширюються. Це не означає, що наука взагалі втрачає свої межі порівняно з іншими способами духовного освоєння дійсності. Ці межі існують і можуть бути, зокрема, позначені загальним методологічними вимогами до теорій як продукту наукової діяльності, способу фіксації наукового знання.

Збереження значення цих вимог (формулювання яких стало “позитивною спадщиною позитивізму”) свідчить про своєрідний принцип відповідності в методології науки. Увага методологів перемістилася за останні десятиріччя від форм фіксації готового знання до діяльності вчених щодо його розвитку. Однак те, що було встановлено внаслідок методологічних досліджень стосовно продуктів наукової діяльності, зберігає значення методологічної істини, діставши при цьому чіткіші межі застосовності.

Ці загальні методологічні установки, що втілюють і конкретизують філософські положення теорії пізнання (принцип відповідності, вимога перевірюваності теорії, вимога принципової простоти теорії), звичайно, регулюють діяльність учених, формулюючи вимоги до результату їхньої діяльності. Збереження значення цих принципів багато в чому визначається і їх високим ступенем спільності і епістемологічною орієнтацією, і, за всієї їх евристичності, зверненням до результатів пізнання.

Однак діяльність учених регулюється у певний історичний період у рамках відповідної дослідницької програми значно більш конкретними і змістовими методологічними принципами. Ці принципи спираються на певні онтологічні передумови, відображені у відповідній картині світу, і втілюють певні філософські категорії, евристичність яких фіксується у відповідному стилі мислення.

Такі методологічні принципи сьогодні є результатом світоглядного і категоріального усвідомлення вихідних теоретичних принципів абстрактних базисних теорій синергетичної програми і програми створення унітарних калібрувальних теорій. Як я вже відзначила, методологічного змісту набувають самі теоретичні принципи абстрактних базисних теорій: принцип підпорядкування – в синергетиці, принцип локальної симетрії і її спонтанного порушення – в програмі калібрувальних теорій.

Процес методологічного усвідомлення вихідних принципів абстрактної базисної теорії відбувається паралельно зі змістовою інтерпретацією певних математичних формалізмів. Адже не треба забувати, що вихідними етапами у формуванні ядра розглядуваних мною дослідницьких програм є математична гіпотеза (у фізиці високих енергій) і математична аналогія (в синергетиці). Обидва ці процеси аж ніяк не завершені, продовжується і удосконалювання математичного апарата. Це і створює великі труднощі у виокремленні загальних методологічних принципів нового стилю мислення зі змістових алгоритмічних приписів застосування нелінійних методів у створенні конкретних теорій самоорганізації. У працях природознавців, за всієї філософської досвідченості багатьох із них, змістові моменти і загальне осмислення все-таки не збігаються.

Становище методолога дещо полегшується як тим, що синергетична програма реалізується в різних сферах науки, так і тим, що нелінійний стиль мислення випрацьовується не тільки в межах цієї програми. Зіставлення і усвідомлення різних програм, що характеризуються нелінійністю математичного апарата абстрактних базис-теорій, полегшує виділення загальних моментів нелінійного мислення.

Орієнтиром при узагальненні способів заглиблення нелінійних методів у конкретний матеріал нам слугуватимуть ті загальні філософські принципи, освоєння яких природничо-науковим знанням знаменує нинішню революцію у природознавстві. Це – принцип розвитку і пов'язані з ним діалектичні співвідношення категорій і особливості, що відображають цілісність об'єктів, які розвиваються. Ці загальні зв'язки, в кінцевому підсумку, втілюються в конкретному змісті теоретичних принципів: принципах підпорядкування і спонтанного порушення локальної калібрувальної симетрії або в принципі “порядок через флуктуації”, але нас цікавить у даному разі не загальне в знанні – філософський рівень – і не конкретно-змістове – частково-науковий рівень, а проміжний, загальний – методологічний рівень.

Через які ж методологічні принципи виражаються ідеї розвитку і цілісності в сучасному нелінійному стилі наукового мислення?

Передовсім це принцип порушеної симетрії. Саме порушення симетрії означає появу відмінностей, перехід від хаосу до порядку, народження нових структур. Йдеться і про порушення симетрії хаотичних флуктуацій вакууму під час зародження всесвіту в космології, і про порушення локальних симетрій при послідовних фазових переходах розширювального всесвіту, з якими пов'язані типи фізичних взаємодій і народження елементарних частинок, себто структурування елементної основи світу – фундаменту дальшого упорядкування в ньому. При цьому порушується і часова симетрія (виникає необоротна спрямованість процесів) і просторова (взаємна орієнтація руху елементів, потім просторова орієнтація утворених із них систем).

Аналогічно порушується часова і просторова симетрія під час утворення дисипативних структур. Необоротний випадковий вибір одного з розв'язань у точці біфуркації, ентропійний бар'єр, що поділяє минуле і майбутнє – так виражається спонтанне порушення часової симетрії.

Поява стійких граничних циклів (або інших станів, що виражаються в стійких розв'язаннях лінійних рівнянь) порушує симетрію у фазовому просторі. Але у звичайному просторі спостерігається порушення симетрії – за рахунок просторової проекції граничних циклів або, що найочевидніше, під час виникнення структур типу комірок Бенара, автоколивань у реакції Белоусова – Жаботинського, хвиль горіння тощо. Таке спонтанне порушення симетрій під час утворення дисипативних структур також тягне за собою появу відмінностей: внутрішнього і зовнішнього. Ці відмінності тим більші, чим вища стійкість нового цілого.

Стійкі стани дисипативних структур, якимось виникнувши, утримуються, незважаючи на сильні зовнішні впливи. Чутливі до малих змін керуючих параметрів у точках біфуркацій у момент виникнення нової необхідності, самоорганізовані системи демонструють свою дійсність, утримуючи необхідність свого існування надалі.

Цілісність же знову утворених структур виявляється у властивості когерентності руху елементів середовища у флуктуації, що підпорядковує собі інші процеси у вихідному обсязі, або в установленні когерентності багатьох флуктуацій. Найвищий ступінь когерентності в русі частин відповідає найбільш стійкій цілісності цілого, що відтворює себе з необхідністю – цілості квантово-механічної системи. Ядра, атоми, молекули, живі організми за всього непростого складу виявляють єдність на рівні однієї частинки (одночасткові спектри характеристичних частот) і здатні виступати елементною базою дальшого ускладнення (пов'язаного з локальним зниженням ентропії).

Є ще один важливий методологічний момент в описі розвитку як самоорганізації. Цей принцип – “випадковість як доповнення необхідності”. Шляхи розвитку самоорганізовуваних систем наперед не визначені. Конкретна історія конкретного об'єкта, яка розуміється як ланцюг біфуркацій із випадковим вибором, що відкриває попереду різні набори можливостей, постає як неодмінна дія причини, в народженні якої нееліміновану роль відіграє випадковість. Умови, які здатна асимілювати дана основа, в тому числі й зовнішні умови, сприяють тому, що випадковість доповнює необхідність. Якщо зовнішній вплив резонансний властивостям середовища, то, навіть будучи вельми малим, він

здатний відіграти велику роль у долі системи. На цьому ґрунтується і розуміння довільності появи нового, себто природного ходу розвитку, і обґрунтування можливості людини втручатися в хід розвитку (і межі цього втручання). Тут же лежить причина неможливості беззастережної екстраполяції законів (це припускається в лінійній фізиці) ні в просторі (критичний розмір системи), ні в часі (критичні значення керуючих параметрів, якщо вони змінюються в часі).

Усе вищесказане не тільки не виключає стійкості встановлюваного цілого, але, навпаки, передбачає його стійкість – за рахунок постійного динамічного відтворення.

Отож, спонтанне порушення симетрії від нестійкості хаотичного руху до утворення стійкого порядку нового цілого – це не просто опис розвитку взагалі. За кожним словосполученням тут можливим є математичне вираження конкретного фізичного змісту.

Головне ж полягає в тому, що нелінійний стиль мислення орієнтує на готовність до появи нового, до дослідження умов нестійкого стану вихідної системи й аналізу альтернативних можливостей появи стійких станів нового цілого. Кажучи точніше – на пошуки симетрій і умов їх порушення для вихідних систем, з одного боку, і пошуки умов когерентності знову утворюваного цілого, з другого.

Аналіз реалізації двох нових дослідницьких програм у природознавстві (унітарних калібрувальних теорій і синергетики) переконливо свідчить про могутній евристичний потенціал таких методологічних установок, як принцип спонтанного порушення симетрії і принцип когерентності флуктуацій. У цих принципах дістають своє методологічне втілення фундаментальні філософські ідеї розвитку і цілісності. Так постнекласичне природознавство повертає нас до парадигм класичної філософії.

Добронравова І. С. Нелінійне мислення //
Філософська і соціологічна думка. – К. – 1991. – №6. – С. 47–60.

Микола Реймерс



Реймерс Микола Федорович (1931–1993) – відомий російський зоолог і еколог, доктор біологічних наук, професор. Був першим головою Еколого-соціального союзу СРСР, засновником і першим деканом екологічного факультету МГУ ім. М. В. Ломоносова. У 1990 році побачив світ написаний під його керівництвом перший у своєму роді словник-довідник “Природокористування”, який мав велике значення для розвитку прикладної екології і становлення біоекономіки. А до 1992 року була готова головна праця М. Ф. Реймерса – “Надії на виживання людства. Концептуальна екологія”. Був одним з ініці-

аторів створення в 1992 р. (за сприяння ряду суспільних екологічних організацій) Міжнародного незалежного еколого-політологічного університету.

Шупер В’ячеслав Олександрович – відомий російський вчений, доктор географічних наук, провідний науковий співробітник Інституту географії Російської Академії наук, професор російського Університету Дружби Народів імені П. Лумумби та Університету Російської Академії освіти.

Тут ми наводимо (з деякими скороченнями) одну з його (у співавторстві з М. Ф. Реймерсом) статей про сучасний стан науки.



Н. Ф. Реймерс, В. А. Шупер. Кризис науки или беда цивилизации? (1991)

В последние десятилетия наука стала мишенью острой и далеко не всегда обоснованной критики, причем не в качестве социального института, столь же несовершенного как и все прочие – такую критику можно только приветствовать..., – а в качестве Третьего Мира

Поппера – знания об объективной реальности, понимаемого как совокупность строго проверяемых утверждений. Хотелось бы думать, что подобное отношение к науке – не более чем мода. Один из видных представителей “антинаучной мысли” Запада предложил концепцию науки как одной из разновидностей идеологии. В свое время у нас была обоснована “классовая природа” общественных наук, но вопрос о классовом характере естествознания все-таки не возникал. Вопрос о кризисе “буржуазного естествознания” был поднят лишь к середине нашего века, но не получил, к счастью, сколько-нибудь серьезной разработки. В советской философской литературе публикации, которые в той или иной мере относятся к “фейерабендизму”, ибо их авторы отрицают суверенное право науки на познание мира, равно как и объективный характер научного знания, встречаются весьма часто, однако статью С. Г. Кара-Мурзы можно назвать манифестом этого направления.

Сразу оговоримся, что мы защищаем лишь фундаментальную науку, стремящуюся к объективному знанию, вопрос же о допустимости применения добытых знаний в тех или иных практических целях следует решать “в индивидуальном порядке”.

Вести полемику с критиками науки трудно не потому, что их аргументы сильны, а потому, что они носят иррациональный характер, апеллируют не к разуму, а к чувствам. Можно ли считать серьезным обвинение науки в том, что многие ее достижения были использованы во вред человечеству? “Частый аргумент против моральности науки состоит в том, что ее плоды были использованы в дурных целях, например, в военных. Но этот аргумент едва ли заслуживает серьезного рассмотрения. Нет ничего под солнцем, чем нельзя было бы злоупотребить. Даже любовь может стать инструментом убийства, а пацифизм – оружием в агрессивной войне. С другой стороны, совершенно очевидно, что именно иррационализм, а не рационализм, несет ответственность за национальную вражду и агрессии. Было очень много агрессивных религиозных войн, как до Крестовых походов, так и после них, но я не знаю ни одной войны, развязанной с “научными” целями и инспирированной учеными”.

Можно не всецело согласиться с К. Поппером. В конечном итоге фундаментальная наука была источником возникновения самого

разрушительного оружия – химического, биологического и ядерного. И при этом руками самих ученых, подобно А. Д. Сахарову, пришедших в дальнейшем к покаянию. Можно обвинить этих ученых в крайнем эгоизме и профессиональной ограниченности. Законно подчеркнуть близорукость науки, высвечивающей узкие области знания, в то время как жизненно важная экология как наука о выживании человечества находится все еще в тени (под громкий аккомпанемент “экологических” словопрений). Но разве все это не результат общественного давления и государственного руководства? Делайте то, что полезно власти имущим, – основной мотив. Не будете делать – удушим безденежьем, социальными санкциями, а в недавнем прошлом – сгноим в ГУЛАГе! Не вина, но тяжкая беда науки все это. Она из дитяти нужды общества превращается в его служанку, насилуемую власть имущими. Потому и рождает порой генетических уродов в прямом и переносном смысле слова.

Разве не странно, что против науки постоянно выдвигаются обвинения в том, что она посягает на свободу и человеческое достоинство, в то время как мать-церковь, в куда большей степени вмешивающаяся в жизнь людей, такой критики избегает? С. Г. Кара-Мурза пугает нас ужасами исследований ДНК, приводя лишь один пример: страховые компании устанавливают более высокие взносы для людей с генетической предрасположенностью к определенным заболеваниям. Но, спрашивается, что нового привнесла в страховое дело биологическая наука? Медицинское обследование страхуемых, кажется, столь же старо, как и само страховое дело, а знать о предрасположенности к тем или иным заболеваниям важнее всего даже не страховой компании, а самому человеку. Этот пример, как и многие другие в критикуемой статье, иллюстрирует лишь то очевидное положение, что достижения науки можно использовать как в самых благородных целях, так и не в самых благородных, но все же рациональных. Другой вопрос – что делать с патологией? Она не щадит никого...

Как-то ускользает от внимания тот факт, что наука как источник знаний – лишь информационная, а не управляющая подсистема в обществе. Наука всегда сомневается, всегда переполнена альтернативными подходами, она по своей сущности – динамична, враждебна

догмам. Она всегда противостоит религии, потому и была гонима ею вне зависимости от того, была ли то религия христианства или – от Маркса. В глубинах своих наука враждебна и власти, именно потому, что она вечно сомневается. Анатолий Франс в “Острове пингвинов” так охарактеризовал это свойство: “Способность сомневаться – свойство редкостное, тонкое, философское, сверхнравственное, возвышенное, чудовищное, ядовитое, вредоносное для людей и их благ, враждебное общественной безопасности и процветанию государств, смертельное для человечества, гибельное для богов, ненавистное небу и Земле”. И вместе с тем наука, а вернее, лишь ее технократическая верхушка уверена в себе, в своих парадигмах. В конечном итоге она и стремится к власти как управляющей доминанте. В этом, а не просто в изменении картины мира, политическая суть учения о ноосфере, как его сейчас стало принято понимать в литературе...

...Высокопоставленный представитель Ватикана призывает на международной демографической конференции к законодательному запрету аборт и контрацепции. Роль церкви не ограничивается одними призывами к изменению законодательства. В Канаде, например, как и в ряде других стран, не продается противозачаточное средство RU-486, обладающее стопроцентной эффективностью. Концерн “Хёст”, являющийся его монопольным производителем, боится миллионных убытков в результате бойкота других видов своей продукции. Наука не решает за женщин, принимать им противозачаточные средства или нет, церковь берется это делать, пользуясь не методом убеждения, что было бы делом вполне почтенным, а путем законодательных запретов или применения хорошо закамуфлированных рычагов экономического давления. Но почему же нет шквала критики в адрес церкви? Разве все, что делается именем Христа, свято?

Сколь бы мы ни казались атеистичными, современное общество – заложник (прямой или косвенный) религии, владевшей умами тысячелетия. И Христос, и Магомет, и любой другой пророк столь же историчны, как все другое на грешной Земле. Религии возникли во времена, когда планета была бескрайней ойкуменой. “Плодитесь и размножайтесь”. Отцы церкви любой конфессии не склонны размышлять на тему, может ли конечная по размерам Земля вместить, накормить

и обеспечить все другие потребности бесконечно растущего человечества, может ли часть быть больше целого. На кончике иглы можно поместить сколько угодно чертей, но наша планета приспособлена не более чем для 1–1,5 млрд людей. Разумеется, прокормить земля может и 30 млрд человек, но разве кусок хлеба – это все, что необходимо для достойной жизни? По таким важнейшим параметрам, как допустимые масштабы загрязнения поверхности вод и сокращение растительного покрова, биосфера может выдержать лишь несравненно меньшую численность населения. Но, возможно, еще более значим тот факт, что увеличение плотности любой популяции, в том числе и *Homo sapiens*, сверх определенной величины приводит к резкому росту заболеваемости, включая и появление бессимптомных заболеваний – таких, например, как увеличение надпочечников. И религия, и наука этот факт прозевали.

Отсюда, из этого всеобщего греха есть лишь один вывод – объединить усилия для его искупления. Не авторам давать рекомендации иерархам церкви, но мы можем их просить глубоко проникнуться трагизмом момента. Экологический кризис, грозящий перейти в глобальную катастрофу, – не промысел Божий, а порождение неразумного человечества. И мы все, включая отцов церкви, его дети. Никто не давал нам права торопить Конец Света. И религии, и наука должны совместно проникнуться новой картиной мира. Тут наш оппонент прав. Другое дело, какова эта картина...

Как можно оценить рассуждения С. Г. Кара-Мурзы на эколого-экономические темы? “Чтобы сохранить общество потребления, мы должны убить Христа” (с. 14), “понеся за последние 70 лет огромные потери, мы, тем не менее, имеем возможность сейчас строить наше будущее, не впадая в тот тяжкий кризис идентичности, который переживает общество, основанное на свободном рынке рабочей силы” (с. 15)... И, наконец: “Совесть среднего западного гуманиста пока что успокаивает тот очевидный факт, что средний африканец или индус не мечтает, да и не может жить так, как он... Наш гуманист должен представить себе, что он ответит, если вдруг явится ангел (или дьявол) и спросит его: “Хочешь, я дам каждому человеку на Земле по автомобилю, чтобы он жил, как ты?”. Очевидно, что гуманист вынужден ответить: “Ни в коем

случае!“. Слаборазвитость 70 % человечества – печальная необходимость, без которой не может существовать общество потребления для 13 %” (с. 12).

У среднего советского профессионала, которого не посещают ни ангел, ни дьявол, перед такой аргументацией беспомощно опускаются руки. А что если ангел (или дьявол) спросит С. Г. Кара-Мурзу: “Хочешь ли ты, чтобы из мира исчезла смерть, хотя бы только для вида *Homo sapiens*? Перестанем иронизировать по поводу высказываний нашего оппонента. Кто из нас хочет умереть? Кто не хотел бы, чтобы никогда не умерли те, кого он любит? Но миром правят не наши желания, а объективные законы. Наука сделала весьма много для продления человеческой жизни и за это ее весьма мало благодарят. Читатель, спросите себя, знаете ли Вы имя того, кто открыл пенициллин? Люди, открывшие транзисторный эффект, уступают по известности самой захудалой рок-группе, хотя благодарное человечество должно было бы знать их имена не хуже, чем имена “Битлз”. Настоящим ученым совершенно не свойственно жаловаться на то, что им недоплачивают деньгами или престижем. В благородстве же им не откажешь: А. Флеминг, например, не патентовал пенициллин, чтобы не препятствовать его быстрому распространению.

Продления жизни и минимума болезней хочет каждый. И это совершенно необходимо для выживания человечества в целом – иначе не остановить рост населения. Утверждать же, что 13 % богатых обязаны своим благополучием 70 % бедных, – это примерно то же, что утверждать, будто живые обязаны своим благополучием мертвым, своевременно освободившим для них место под солнцем. Столь же сомнительна и критика “вещизма”, которым так “грешит” общество потребления. Дело не в том, что “вещизм” – это плохо и от него следует отказаться, а в том, что если бы развивающиеся страны действительно последовали такому призыву, то это имело бы далеко идущие последствия, ибо “вещизм” заменяет “детизм”. Демографией установлена весьма строгая зависимость между уровнем материального благосостояния и количеством детей. “Вещизм” и связанный с ним рост образовательного уровня, наряду с увеличением продолжительности жизни, должны сыграть главную роль в снижении рождаемости. Больше надеяться не на что,

если, разумеется, не возвращаться к таким старым, испытанным, хотя и малорезультативным и к тому же антигуманным регуляторам численности населения, как эпидемии и войны. ...

... Человеческий опыт недвусмысленно свидетельствует, что единственный путь смягчения экологических проблем – это создание здоровой экономики, ибо тратить громадные средства на природоохранные мероприятия могут только богатые страны. Опыт нашей страны со всей очевидностью показал, что отнюдь не экспорт “грязных” производств из высокоразвитых стран, а уровень развития нашего собственного хозяйства является причиной ужасающей экологической ситуации во многих городах и регионах страны. Совершенно невозможно решить экологические проблемы путем ограничения экономического роста, да разве вообще реально его ограничить?

Экономический рост не только необходим для решения экологических и социальных проблем богатых и бедных стран, он менее разрушителен для окружающей среды, чем рост населения, который является его альтернативой.

Грустно, даже стыдно делать такие убого тривиальные замечания, но, вторгаясь в сферу далеких от собственной профессии областей знания, следует особо бояться проявлений непрофессионализма. Мы не говорим о таком примитиве, как то, что сибирская тайга ничуть не менее, а быть может и более значима для производства кислорода, чем леса Амазонии. И ее сведение – факт. Нечего пенять на других. Неловко объяснять, что любая интенсификация производства, в том числе и сельскохозяйственного, немыслима без увеличения энергоемкости. Таков закон природы и общественного развития. И количество пота, даже мозолей, нельзя рассматривать с точки зрения вытекающей солевой жидкости. Мыслительная деятельность, как известно, требует немалых усилий. И гений, в первую очередь, требует труда в “поте лица своего”. Простим нашему оппоненту и эту оплошность. Но не заметить нарождающегося “экологического” рынка – это уже непростительно тому, кто пытается разобраться с новой картиной мира. Цели “первого мира” все больше уходят от чистогана к социальным свершениям. Исподволь постиндустриальный цивилизованный мир гуманизируется. На смену клича “обогащайтесь!” приходит стремление к максимальной

продолжительности жизни и минимуму болезней. А этого не достигнешь успехами медицины. Нужна здоровая среда жизни: природная, социальная, экономическая. Общество нищих этого дать не может.

Выход за рамки экологических ограничений лежит не вне, а внутри общества. Тут С. Г. Кара-Мурза абсолютно прав. Наука должна быть направлена на самоорганизацию общественных процессов. Но не через нищету, а через богатство. В этом наука противоречит и религии, и примитивным коммунистическим идеям. Эпоху равенства всех и вся создать невозможно. Но и порождать все более массовый слой бурно размножающихся бездельников, живущих за чужой счет и к тому же воюющих друг с другом и со всем миром, также нерационально. Здесь есть поле для критики общественной науки, прежде всего политэкономической. Она не дала человечеству механизмов превентивного сохранения природных ресурсов и подавления сверхразмножения. Она не сумела найти оптимальных социальных структур. Но ведь общество всемерно этому противилось. До тех пор, пока наука, знание не станет доминирующей исторической силой, основной социальной ценностью, об этом можно будет лишь сожалеть. Тут дело не в кризисе науки, а в беде цивилизации.

Ниже мы попытаемся разобраться, почему общественное мнение считает именно науку потенциальным источником опасности для человеческой свободы, почему оно склонно верить тем, кто полагает морально неприемлемой саму “свободу познания”. ...

...Науке не свойственно ставить эксперименты на людях без их согласия. Средства массовой информации не спрашивают этого согласия практически никогда, но тех, кто предлагает на этом основании ограничить свободу печати, наша либеральная интеллигенция называет (и отнюдь не беспричинно) “махровыми реакционерами”.

Исторически наука возникла вовсе не как “непосредственная производительная сила” и на протяжении веков оставалась занятием людей чудаковатых или глубоко верующих. Это была полузакрытая каста, весьма приверженная своим традициям и моральным нормам. Наука Нового Времени как бы отпочковалась от церкви, и обет безбрачия, например, в ней сохранялся весьма долго. Ученые фактически вели монашеский образ жизни. “В Англии “академический брак” узаконен актом

1854 г., но и после этого отношение к нему почти не изменилось. В 20-е годы нашего (XX ст. – *Ред.*) столетия, например, ректор колледжа Боллиол, хотя и не мог воспрепятствовать коллеге жениться, не разговаривал с ним до конца жизни”. Широкое использование достижений науки привело к тому, что ученым становилось все труднее сохранять относительную уединенность в башне из слоновой кости, да и сама их профессия постепенно превращалась в массовую. Широко используя науку, общество, разумеется, заразило ее всеми своими болезнями. Но наука ли страдает ими в наиболее острой форме?

Представляется, что, по крайней мере в нашем обществе, наука как социальный институт, при всех своих внутренних пороках, пока была все же много лучше того, чего заслуживала наша замордованная страна. Невероятная бюрократизация науки в сочетании с бездарностью руководства (ею, да и всей страной), крайняя милитаризация, административно-монополистическое производство, нищенская оплата труда ученых и крайне убогие условия их работы, фантастически хаотично-мафиозное финансирование, а до недавнего времени – жесточайшее идеологическое давление (там, где начинается идеология, кончается наука) – все это должно было бы привести нашу многострадальную науку в такое же жалкое состояние, в какое пришли промышленность, сельское хозяйство, транспорт, просвещение, здравоохранение и другие социальные институты. Если Академия наук СССР, понимаемая не как множество чиновников разного ранга, кормящихся в ее Президиуме и вокруг него, а как множество институтов, не стала в период застоя такой же опереточной структурой, как Верховный Совет СССР тех лет, то этому препятствовали два фактора: объективный характер научного знания и ценностные установки самих ученых.

Впрочем, это утверждение требует поправок. Институты были, а часто и остаются, жалкими слугами руководящих господ, готовыми “обосновать” все что угодно. Не институты, а отдельные ученые, которых не удалось ни купить, ни запугать, делают погоду. Даже если они остаются в гордом одиночестве. Именно в научной среде с риском для личной свободы, а иногда и жизни, были сформулированы основные проблемы, стоящие перед страной, начиная от экологической и кончая правами человека. В любом тоталитарном государстве научные круги

будут убежищем интеллектуального сопротивления режиму, ибо концепция объективного знания предполагает как “свободу познания”, так и равенство всех перед истиной.

Современное общество, и не только бывшее “социалистическое”, действительно переживает глубокий кризис. Наш оппонент считает, что, “пожалуй, самый глубокий кризис — это кризис идентичности самих “атомов” индустриальной цивилизации. Как бы мы ни избегали об этом говорить, нельзя не видеть, что сохранить стиль жизни и старую траекторию прогресса можно, лишь полностью порвав с системой норм христианской морали, на которой и возникла наша цивилизация” (с.14). Не будем вдаваться в вопрос о глубочайших различиях между католицизмом и протестантизмом в трактовке “атомарности” и связанных с ней личной ответственности, стиля жизни и траектории прогресса — он достаточно разработан еще Максом Вебером. Отметим, лишь, что “кризис идентичности самих “атомов” индустриальной цивилизации” — лишь эпифеномен более глубокого кризиса, который оказал катастрофическое воздействие на всю историю XX вв. — кризиса рационализма.

Замечательный немецкий экономист и экономико-географ Август Леш, умерший в мае 1945 г. в возрасте 38 лет и оставивший не только ценнейшие работы, но и яркий пример интеллектуального сопротивления тоталитарной диктатуре, писал: “С тех пор, как мыслящие люди утратили веру в свои силы, которая достигла кульминации у Гегеля, мир, основанный на этой вере, поочередно терял свое социальное, политическое и экономическое единство. Не веря в заранее предопределенную гармонию мира, человек решил, что он сам должен привести все в порядок. Но чем энергичнее он брался за это дело, чем неорганизованней были его действия, шедшие вразрез с гармонией мира, тем сильнее она нарушалась. Теперь, когда мы вновь начали более чутко прислушиваться к ритму природы, настало время задать вопрос: кто (или что) в действительности потерпел экономическое поражение в период упадка — рациональный, и потому естественный, порядок или мы сами. *Неверно, что человек должен дать миру свой принцип организации.* Этот принцип уже существует, только в отношениях между людьми он действует безусловно в той же незначительной степени, в какой

мораль человека определяется его желаниями. Естественное равновесие в экономике отличается от равновесия в природе в той же мере, в какой моральное равновесие отличается от механического. Природа действует в согласии со своими законами, а человек — в соответствии со своими *представлениями* о законе. Другими словами, природа *должна*, а человек *может* действовать правильно. Чтобы поступить правильно, человек должен иметь некоторое представление о том, как ему надлежит действовать. Что касается равновесия в экономике, то это означает следующее: *человек должен понять природу равновесия, чтобы правильно организовать свою деятельность*".

Рационализм предполагает, таким образом, что только знание законов природы может создать основу для успешных действий во благо человека и человечества. Это знание никогда не может быть полным, поэтому, наряду с желательными последствиями любых осуществляемых в обществе мероприятий, неизбежно будут возникать и нежелательные. Однако задача "социальной инженерии" в том и состоит, чтобы минимизировать отрицательные экономические, экологические и социальные последствия тех или иных мероприятий, либо рекомендовать отказ от их проведения, если возможная "плата" чрезмерно высока. Иррационализм, наоборот, предлагает вообще отказаться от достижений прогресса, хотя совершенно очевидно, что не только жители развитых стран не согласятся на существенное снижение своих жизненных стандартов, но и мы сами не согласимся еще сколько-нибудь длительное время пребывать в такой нищете, в какой мы пребываем сейчас. Мы, собственно, уже не согласны.

Но иррационализм закрыт для критики с рациональных позиций, ибо апеллирует не к разуму, а к чувствам. Объяснять иррационалисту, что заставить экономику развиваться не в соответствии с объективными законами, а в соответствии с нормами христианской морали (равно как и чьими бы то ни было указами) так же невозможно, как невозможно заставить камень падать вверх, что прекращение экономического роста может только усугубить экологические проблемы, столь же бессмысленно, как убеждать активиста общества "Память" в том, что евреи — такие же люди, как и все прочие, и что их полное уничтожение или полное изгнание из страны никаких ее проблем не решит. В по-

следнем случае мы тоже сталкиваемся с одним из крайних проявлений иррационализма.

В уже цитированной работе К. Поппера введено понятие “абстрактного общества” – общества, в котором человек может жить и работать, теоретически вообще не вступая в личные контакты с другими людьми и общаясь с ними только посредством телекоммуникаций. Современное общество, становясь информационным, все более приближается к этому образцу. Человек в современном обществе отнюдь не изолирован от других людей, напротив, его возможности общения расширяются многократно, но он предоставлен самому себе. Все вместе и каждый бесконечно одинок. Если в прошлом свобода в выборе занятий, места и образа жизни была привилегией немногих, а так называемый простой народ был полностью поглощен добыванием средств к существованию и был свободен почти в такой же степени, как эскимосы в тундре или аборигены в австралийских пустынях (и те и другие входят в ландшафты и не нарушают их), то прогресс освободил огромные массы людей от оков традиций. Это привело к восстанию масс.

Восставшие массы не могут быть рациональны (рационализм требует огромной внутренней критической работы и доступен только “атому”, а не массе) и уж тем более не могут любить науку, ибо это – единственный социальный институт, глубоко чуждый им по духу, который они не могут в полной мере прибрать к рукам (в отличие от средств массовой информации, литературы, искусства и даже церкви) ни с помощью насилия – в тоталитарных государствах, ни с помощью денег – в демократических. Предполагая равенство всех перед истиной, наука предельно демократична, но одновременно она и предельно элитарна, ибо закрыта для всех, кто не сдал строгий “вступительный экзамен” и не признает никаких заслуг, кроме научных. Можно было исхлопотать или купить дворянский титул, но не ученую степень. Результаты же научных изысканий всегда излагались на столь своеобразном языке, что непосвященные не могли даже сделать вид, что они что-то понимают. Антипатия к науке, безусловно, усиливалась неизбежной необходимостью не только ее терпеть, но даже финансировать и уважать.

Впрочем, и тут наша благословенная страна внесла поправку в общий ход развития. К сожалению, в нашем Отечестве можно было

купить и диплом о высшем образовании, и ученую степень, диссертацию порой писали “рабы” за плату и без нее. Эта позорная особенность советской науки сохраняется и поныне. Сколько научных трудов писали одни, а подписывали и публиковали другие? Сколько академиков и членов-корреспондентов стали таковыми, пользуясь феодальным правом “первой ночи” на открытия своих подчиненных коллег? Нет, не все сказал об академической и вообще о советской науке покойный С. В. Мейен, который, несмотря на высочайший авторитет, не был удостоен академического признания. На высших эшелонах научной власти не меньше грязных пятен, чем на вненаучном начальстве. Полуграмотный академик, не умеющий написать полстраницы текста, — это своеобразное наше “достижение”. Можно сгореть от стыда за науку своей страны. Но что даст это прогрессу? Ведь бюрократы от науки так же не имеют сраму, как мертвецы. Разлагаются себе в теле науки да посиживают в президиумах. Этакая квазинаучная элита. Печальное исключение из мировых правил...

Нет, не мировая наука повинна в кризисе цивилизации. Напротив, кризис цивилизации, едва не опрокинутой иррациональными массами, проявляется в антисциентизме, который, как и все прочие болезни общества, проникает и в научную среду. Наука куда менее виновата перед обществом, чем общество перед ней, но общество так устроено, что вина всегда возлагается не на тех, кто больше всего виноват, а на тех, кого меньше всего любят. Поэтому в современных условиях противостояние охлократизации общества становится для ученых следующей по важности задачей после поиска истины.

Трудно предположить, что сторонники нулевого (или, тем более, отрицательного) роста сами хотят жить в том мире, в который они зовут нас. Как тут не вспомнить о тех западных интеллектуалах, которые всячески хвалили “реально существующий социализм”, приезжая в СССР лишь ненадолго и останавливаясь в самых роскошных гостиницах!.. Торжества столь превозносимого ими строя в своих странах они нисколько не желали, ибо не имели вкуса ни к суровой спартанской жизни, ни к попранию самых элементарных гражданских прав. В их политических симпатиях была большая доля игры, ставка в которой — популярность у иррациональных масс. Даже сегодня марксизм

намного более популярен в американских или английских университетах, чем в первом в мире государстве рабочих и крестьян. Отчего бы не продолжать играть в старую игру, если она хорошо оплачивается буржуазным государством?..

Измученные и изверившиеся массы жаждут чудес, проповедей, но никак не объективного научного знания. Оно требует гигантских усилий ото всех. А трудиться сверх меры не хочется. Но тот, кто заигрывает с массами, как не раз случалось в истории, может сам превратиться в их игрушку.

Реймерс Н. Ф., Шупер В. А. Кризис науки или беда цивилизации? // Вопросы философии. – 1991. – № 6. – С. 68–75.

Сергій Капица



Капица Сергій Петрович – відомий російський фізик. Народився в 1928 р. у Кембриджі (Англія), де на той час працював його батько – Петро Леонідович Капица, майбутній нобелівський лауреат з фізики. З 1956 р. С. П. Капица викладає в Московському фізико-технічному інституті, а в 1965 р. одержав у ньому звання професора. Його наукові праці відносяться до різних галузей фізики – надзвукової аеродинаміки, фізики земного магнетизму, прикладної електродинаміки, фізики прискорювачів. На даний час основний предмет дослідження С. П. Капици – глобальне моделювання зростання народонаселення на основі теорії динамічних систем

і широко відомих методів теоретичної фізики і синергетики. З 70-х років активно займається популяризацією науки. Особливе місце в цьому займає його телепередача “Очевидне – неймовірне”, що виходила на Центральному телебаченні з 1973 р. За 26 років її існування, обговорення проблем науки і суспільства в цілому ці бесіди, задумані і вибудовані в один логічний ланцюжок С. П. Капицею, стали важливою віхою в історії науково-популярних програм. Вони були відзначені Державною премією у 1980 р., премією Калінга ЮНЕСКО у 1981 р., премією Російської Академії Наук за внесок у популяризацію науки в 1995 р. та іншими нагородами.

Тут ми наводимо (з деякими скороченнями) одну зі статей С. П. Капици про сучасний стан науки.

С. П. Капица. Антинаучные тенденции в Советском Союзе (1991)

Глубокие перемены, которые в Советском Союзе связаны с перестройкой и новой политикой, проводимой президентом М. С. Горбачевым, привели, как это ни парадоксально, к появлению мощного потока антинаучных и антитехнологических проявлений. Эти настроения нашли свое выражение в неприятии ядерной энергетики после черновильской аварии, в общей реакции на технический прогресс, в

интересе к сверхъестественному, отрицании завоеваний разума и во множестве других проявлений иррациональности и мистицизма.

При анализе подобных социальных явлений очень важно не смешивать их видимые симптомы с теми, более глубокими, причинами драматических изменений в обществе, которое до недавних пор считало себя приверженным науке, рациональным и даже как бы основанным на “научных” принципах. Такие симптомы важны прежде всего потому, что они свидетельствуют о более глубоком кризисе. Однако они также указывают на некоторые очень опасные устремления, к которым мы еще вернемся ниже.

Чтобы правильно понять нынешние тенденции в обществе и увидеть их в должной перспективе, необходимо осознать масштабы кризиса, в котором оказалась страна, и всю сложность переходного периода, который она переживает. ... Мы должны признать, что после 70 лет борьбы главная цель социалистического государства не достигнута. Теперь мы отказываемся от цели социалистической революции, идеи строительства коммунизма через великий переворот, который должен был бы охватить весь мир. Именно эта основная битва полностью проиграна, и именно в этом причина нашего кризиса. И поэтому сегодня мы должны не только демилитаризовать нашу экономику, но и изменить, демилитаризовать сознание и начать развиваться по общечеловеческому пути демократии и свободы...

...Рациональные принципы политики и общественного устройства провозглашались с классической древности. Однако мы обратимся к XVII веку, для того чтобы увидеть более близкие нам корни современного рационализма. В первых шагах истории науки нового времени, в идеях Коперника и Везалия, Кеплера и Галилея, Декарта и Бэкона мы видим начала современного рационального мышления, в утверждении примата знания над верой, научного метода, опыта над силой авторитета. Блестящим примером тому стала классическая, или, как говорят французы, рациональная, механика, триумфом которой явилась небесная механика Солнечной системы, ставшая, быть может, самым ярким за все времена событием в развитии знаний человека.

Именно эти поразившие сознание современников достижения науки произошли одновременно с развитием мировой торговли и

капитализма, с крушением авторитета церкви и монархических режимов. Со всех точек зрения это было время великой перестройки Европы, время раскола реформации и тридцатилетней войны.

В эту эпоху потрясений и смуты одновременно с расцветом науки с невероятной силой расцвели и суеверия.

Только в Европе в XVII веке, по достоверным данным, заживо сожгли или утопили не менее 50 000 ведьм. Кеплеру с немалым риском для себя удалось спасти мать от костра. Так Европа прощалась с тысячелетием средневековой идеологии и образа жизни. В меньшем масштабе подобные симптомы мы видим в “месмеризме” – животном магнетизме – в канун Великой французской революции, в спиритизме, “научных” суевериях и распутинщине перед потрясениями XX в.

Примером того, как внешние проявления иррационального становятся индикаторами общественного сознания, стало появление хиппи в США во время войны во Вьетнаме. Автор хорошо помнит, как в 1967 г. во время первой поездки в США он прибыл из Сиднея в Сан-Франциско. В тот самый день друзья повезли меня в район Хейт-Ашбери, где я впервые увидел “детей-цветов”. На следующий день я поехал на крупнейший линейный ускоритель в Стэнфорде, и тогда же радио сообщило о начале шестидневной войны в Египте...

Суеверия, культы и мистика с поразительной неизбежностью возникают во время кризиса общества. Сегодня это парапсихология и экстрасенсы, ясновидение и астрология, снежные люди и летающие тарелки. В задачу автора не входит анализ подобных представлений, лежащих вне современной науки. Нам здесь важен именно этот поразительный интерес ко всему неочевидному и невероятному. Именно этот интерес становится индикатором неустроенности общества, свидетельствует об уходе от действительности, о потере смысла и цели жизни как обществом, так и отдельной личностью. Эти симптомы наблюдаются и на Западе, особенно в США, где они имеют более хронический характер, у нас же с недавних пор это приняло поистине лихорадочный масштаб.

Здесь особый счет следует предъявить средствам массовой информации. В Советском Союзе гласность привела к поразительному и очень важному раскрепощению общественного сознания. По существу

эти глубокие и благотворные перемены коснулись самих его основ. Однако вместе с этими исключительно важными и принципиально значимыми переменами оказались развязанными силы иррационального, потустороннего и мистического, силы, которые долгие годы были сдерживаемы как мощью власти и прямой цензурой, так и верой в правоту официальной линии. Сейчас же все запреты сняты, а общая ситуация такова, что иррациональные стремления оживились, следуя также давней тенденции к своему проявлению в моменты кризиса.

Какова же сегодня ответственность средств массовой информации? Следует ли печатать любой вздор, какой терпит бумага и, как нам утверждают, требует публика? Следует ли призывать к ответственности и контролю свыше или же можно положиться на чувство меры и достоверности, можно сказать, на уровень культуры и зрелости редакторов или издателей? Что касается пропаганды насилия и распространения порнографии, то существует указ Президента, призывающий к вмешательству министра культуры. Однако, кто позаботится о достоверности информации в области науки и знаний, предупредит публику о “ценности” астрологии и “гарантиях” верности предсказателей? С огорчением приходится отметить, что вместе с процветанием экстрасенсов и колдунов объем телевизионного вещания по науке и технике, равно как тиражи научно-популярных журналов, резко пошли на убыль. Эти изменения значительны и повсеместны, и, несомненно, научная общественность могла бы гораздо активнее выступить в защиту разума и даже собственных интересов. Наконец, в нашей науке есть много признаков застоя и нетерпимости к прогрессу, к пересмотру установившихся порядков и представлений. В этом также есть одна из причин тому вызову, который бросают так называемой неофициальной науке. Для всех нас отношение к науке и технике – коренной вопрос о нашем будущем, который мы оставляем без ответа. Во многих случаях есть сильная корреляция между антинаучными и антитехнологическими тенденциями и самыми реакционными проявлениями общественного сознания. Связь национализма и фашизма с антиинтеллектуальными и антисемитскими выпадами хорошо известна. Именно эта связь может быть сигналом той истинной опасности, которая здесь есть, опасности, куда большей, чем поиски иррационального, и, по существу, эскапистские и детские

устремления уфологов. Политический экстремизм возникает именно на основе подобных настроений, и здесь есть прямая угроза тем очень важным и существенным изменениям, которые происходят в стране.

На все происходящее можно взглянуть и еще с одной стороны. По существу, происходит смена одной системы мифов другими. Однако новые “мифы” по-прежнему отражают лишь альтернативное мифологическое мышление. Здесь термины “мифологическое мышление” и “мифы”, занимавшие важное место в прошлом, применяются в смысле, который им придал и значение которого с такой проницательностью вскрыл в своих исследованиях французский антрополог Клод Леви-Строс, обращаясь к заре человеческой культуры и ее эволюции на ранних, донаучных стадиях.

Отступление к мифологическому мышлению, некритическому восприятию наблюдаемых явлений, а затем переход к примату веры над знанием никоим образом не означают создание некой новой альтернативной науки, системы знаний, отличных от установленных длительным процессом развития мировой науки. Мы видели печальные результаты такого опыта в биологии при утверждении Лысенко так называемого мичуринского учения, насаждавшегося уже политическими методами. К сожалению, опасность такого рода событий не исключена и сегодня. Хотелось бы быть уверенным в том, что наука устоит в конечном итоге в борьбе со всеми, кто нападает на ее завоевания, такие как теория относительности, квантовая механика или эволюционное учение.

В отношении анти- и псевдонаучной практики всегда поражает не столько прямая безграмотность таких попыток, сколько пренебрежение основами научного метода. Более того, самые рьяные “новаторы” отрицают сам метод науки. Теория познания и методология науки действительно относятся к одной из сложных и интересных глав философии науки, однако поразительна та легкость, с которой не только отбрасывается многолетний опыт науки, но и элементарные требования логики, даже здравого смысла.

С другой стороны, подобная “критика” настаивает на том, чтобы считаться научной, называет себя альтернативной наукой, навязывает себя в собеседники с учеными, не желая, однако, признавать “правила

игры". Многие учения для придания авторитета называют себя наукой. Таковы "Крисчен Сайенс" и сциентология в США, научная астрология и научный коммунизм у нас. Состояние методологической культуры многих представителей нашей научной и технической интеллигенции несомненно связано с общим кризисом, постигшим нашу официальную философию, науку и идеологию, да и культуру в целом.

Степень разложения хорошо иллюстрируется делом чл.-корр. АН СССР А. Г. Спиркина, автора основного учебника по диалектическому материализму, в течение многих лет специализировавшегося в этой области. В последние годы Спиркин стал особенно известен своей систематической поддержкой экстрасенсов, хилеров, ясновидящих и других, подобных им, феноменов. По-видимому, Спиркин добросовестно полагал необходимым исследовать подобные проявления природы человека, как истинного явления, не будучи, однако, профессионально и научно подготовленным и способным изучать эти "объекты".

В 1990 г. Отделение философии и права Академии наук СССР выбрало А. Г. Спиркина академиком. К счастью для Академии, общее собрание это позорное решение не утвердило, а академик И. Т. Фролов призвал распустить Отделение философии и права, чего, однако, сделано не было. Выборы Спиркина ясно показывают состояние дел в этой области в высшем научном учреждении страны. К сожалению, Академия наук далеко не безгрешна и в своих публикациях. Так, ее издательство "Наука" массовым тиражом выпустило книгу про астрологию и обещает еще восемь книг общим тиражом 800 000 экземпляров, в то время как многие серьезные научные монографии не издаются из-за отсутствия средств и бумаги. С другой стороны, сегодня, как никогда, важна развернутая работа не только по критике и переосмыслению прошлого, сколько в исследовании путей в будущее, поиск новых идей и идеалов. Помимо вопросов экономики, это, наверное, самый значимый социальный заказ нашей науке и культуре.

Причины нынешнего кризиса в известной мере обусловлены той упрощенной, даже механистической моделью социального развития, которая до сих пор владеет умами, комплексом идей по существу позитивистских, из которых марксизм, быть может, наиболее выражен (пусть простят профессионалы такое утверждение). Речь идет о том,

что замечательные успехи естественных наук, классической механики и физики XVII и XVIII вв. предоставили слишком сильный пример для общественных наук и политических теорий. Даже некоторые из их представлений оказались заимствованными из точных наук, когда начали говорить о массах и движении, силах и энергии. Историю стали представлять как причинный процесс, познав законы которого, можно управлять развитием общества, подобно предсказанию траекторий небесных тел в астрономии. В том самом веке, когда стал понятен процесс, если не механизм, эволюции в биологии, были с большой полнотой выяснены значения локальных принципов эволюции и отсутствие цели при наличии, тем не менее, самоорганизации и прогресса. Осмысления этих методологических принципов в общественных науках не произошло, а вульгаризации социал-дарвинистов хорошо известны. Экономисты до сих пор с трудом усваивают идеи о том, что общество суть открытая система, где в равной мере важно иметь в виду как первое начало термодинамики, так и второе.

Однако сегодня легко, со свойственным физикам чувством превосходства, нападать на представителей неестественных наук в том, в какой мере они руководствуются механистическими “идеями” истории. Однако не видим ли мы и в естественных науках тот же механистический и редукционистский подход к часто недостаточно обоснованному, формальному, математическому моделированию, который, по мнению его авторов, должен сразу привести к раскрытию тайн природы и общества. Если компьютер непревзойден в своих способностях к переработке чисел и информации, то пока мы не определим исходные понятия и не научимся их измерять, вся мощь искусственного интеллекта будет не способна помочь немощи нашего естественного сознания. Так мы еще раз убеждаемся в том, что общественные явления гораздо более сложны и требуют больших усилий ума, чем вся наша физика. В современных условиях в новых политических институтах Советского Союза это механистическое наследие еще очень сильно и в значительной мере определяет менталитет большинства законодателей и членов правительства. Можно только надеяться, что следующее поколение получит более гуманистическое образование и социально ориентированную направленность.

Здесь мы опять видим всю значимость конструктивного подхода к анализу и, главное, прогнозу нашего развития. На повестке дня стоит требование новых идей, идеалов и ценностей, даже идеологии, несмотря на все отрицательные ассоциации, которые это понятие вызывает в век новой свободы. Поэтому здесь трудно согласиться с представлениями о конце истории и идеологии, о которых так ясно написал Френсис Фукуяма. Прошлые идеи себя исчерпывают или исчерпали, однако если мы не заполним образовавшуюся пустоту, то она будет занята еще более старыми представлениями и фундаментализмом, утвержденными уже силой и авторитетом власти. Именно в этом состоит сегодня вызов разуму, уход от которого мы наблюдаем.

Существенен вывод, состоящий в том, что нам следует эволюционировать, а не идти путем революции и надеяться на быстрое и чудесное избавление от всех бед благодаря вере в новое учение. Сколько раз такое избавление было обещано экстремистами, часто одинокими умами, во многом отчаянными и неудовлетворенными. Именно они бросали вызов обществу или науке, установленному и принятому порядку вещей. Однако без подобных истинных революционеров, оригинальных мыслителей и необычных личностей никакой прогресс был бы невозможен. Поэтому мы должны быть терпимы ко всякому, кто прорывается к неизвестному, пусть даже иногда безумно и нерационально. Мы теперь, наконец, поняли, что общество, душащее всех диссидентов, ограничивающее поиск и спор, обречено на застой и упадок. Однако где пределы поисков нового и какова мера инакомыслия? Какая дисциплина ума необходима?

Сегодня сила политического и социального экстремизма так велика, что слабые силы общественного порядка и разума далеко не всегда достаточны, чтобы их удержать. Поэтому так безразличны позиция и ответственность средств массовой информации в освещении антинаучных и иррациональных идей.

Советскому телезрителю хорошо известен А. Кашпировский. В течение часа или более он заверяет своих слушателей, что избавит их от болезней и недугов, если только они ему поверят. Медицина, переживающая моральный и материальный кризис, слабо возражала против подобных приемов и не смогла противостоять гигантской, по существу

чисто “электронной”, популярности Кашпировского и ему подобных, эксплуатирующих необразованность несчастных людей, часто брошенных официальной медициной. Напомним, что половина полосы новогоднего номера “Правды” в 1991 г. была посвящена прославлению этого “хилера”, и в том же номере дается подробное описание некоего предсказателя в Индии, предлагающего верные советы личного и политического свойства. Через несколько дней газета вздох пропагандировала женщину, имеющую “оригинальные” идеи по “вращательной гравитации” и устройству общества. Сегодня мы видим также увлечение всевозможными псевдорелигиозными культами и верованиями, в основном, восточного толка, с поразительным упорством распространяющиеся среди молодежи и интеллигенции, особенно той, которой не хватает культуры и образованности, той люмпен-интеллигенции, которая может стать такой же основой социального экстремизма, как в недалеком прошлом был люмпен-пролетариат. Поэтому так удивляет отсутствие ответственной критики всего происходящего со стороны настоящей интеллигенции и серьезной печати. Правда, еще в 1988 г. в “Природе” появилась серия статей “Чужим умом”, посвященная этой проблематике. Отметим также интересные статьи чл.-корр. АН СССР А. Александрова в журнале “Наука и жизнь” и большую статью академика В. Л. Гинзбурга в “Известиях”. Но, по-видимому, есть мощные силы, поддерживающие эту безудержную пропаганду иррационального, силы, тем более опасные, что мы видим прямую их связь с проявлениями социального экстремизма и реакции.

Рассматривая антитехнологические тенденции, естественно обратиться к причинам и последствиям чернобыльской аварии. Теперь, через 5 лет после этой крупнейшей аварии, ее последствия лучше осознаны, чем раньше, и достаточно подробно описаны. Необходимо заметить, что как общество — здесь следует говорить в первую очередь о Советском Союзе — мы оказались неподготовленными к реалиям ядерного века. Мы не готовы к нему не только технически и технологически, но и психологически, организационно и даже интеллектуально. Силы, таящиеся в ядерной энергетике, столь велики, что наша моральная ответственность, не говоря уже о социальных и юридических гарантиях, оказались совершенно недостаточно развиты, чтобы ими

управлять. Именно это делает Чернобыль неизмеримо больше, чем просто отдельная авария с современной техникой. Последствия аварии на Чернобыльской АЭС – это больше, чем потери в энергетике и экономике, даже больше, чем потери в прямых и косвенных показателях здоровья и благополучия сотен тысяч людей. Действительно, врачи даже не знают, что причиняет больше страданий и горя: радиация или страх перед ней. Более того, мы не можем не видеть потерю доверия в народе к науке, ученым и даже врачам. Сейчас известно, что многое было сделано для того, чтобы приуменьшить масштабы катастрофы и даже дезинформировать людей об истинных ее масштабах, следуя давлению со стороны власти имущих. Приход “ядерной гласности” был долгим и мучительным. Можно ли поэтому удивляться общему неприятию ядерной энергетики, приводящему к замораживанию строительства всех АЭС в стране и потере доверия со стороны народа не только к носителям этой технологии, но и многим представителям науки.

Важным событием стало неприятие и массовый протест – включая республиканское правительство – против ядерных испытаний в Казахстане, испытаний в этой столь пострадавшей в прошлом республике. Заметим, что условия на полигоне Новой Земли немногим лучше для испытателей оружия.

В известном смысле эта реакция здоровая. Ведь повод для гонки ядерного оружия в целом совершенно чудовищен и иррационален, поскольку гигантское накопление ядерного оружия не может быть разумно обосновано. Поэтому этот вопрос выходит далеко за рамки местных протестов. По существу, сама гонка вооружений является глобальной демонстрацией немощи военной силы, напрасной надеждой на достижение решения политических вопросов техническим путем. К сожалению, к этому выводу пришли с затратой гигантских и напрасных усилий всех участников этого соперничества.

Сегодня сам военно-промышленный комплекс, как это ни странно, стал неким своеобразным рассадником антинаучных и иррациональных тенденций. Так, на недавнем международном семинаре, посвященном конверсии военной промышленности, на сопровождавшей его выставке был большой стенд, посвященный уфологии. Отсутствие должного научного руководства, потеря целей и смысла привели к поддержке

ряда проектов, не имеющих сколько-нибудь серьезных оснований. В этой области гласность и открытость просто необходимы для нормального развития, особенно во время перемен и поисков новых обоснований для гигантского сектора промышленности, привыкшего к полному и некритическому удовлетворению всех своих потребностей.

В Советском Союзе антитехнологические выступления происходят не только по поводу ядерного комплекса. В Москве по требованию жителей прекращено строительство Северной ГРЭС. Последствия такого решения могут быть очень существенными и надолго задержать развитие теплоэнергетики столицы.

Требования защитников окружающей среды по закрытию ряда энергетических, металлургических, химических и биотехнологических предприятий несомненно во многом обоснованны. Однако очевиден прямой урон народному хозяйству, и недаром правительство об этом предупреждало страну. В этой ситуации выход состоит не во взаимных обвинениях и угрозах, а в том, чтобы исключить вред окружающей среде и найти для этого как средства, так и понимание людей. Общественность, инженеры и ученые должны восстановить ту степень доверия и взаимопонимания, без которых никакой прогресс невозможен. Иррациональными требованиями здесь ничем помочь нельзя, а нужна дружная, длительная и последовательная работа души и разума.

Для автора очень поучительной была встреча в 1978 г. с Улофом Пальме, который в то время перестал быть премьер-министром Швеции из-за поддержки им ядерной энергетики. Когда его спросили, как это могло произойти, то Пальме сказал, что его правительство не уделяло никакого внимания тому, чтобы подготовить должным образом общественное мнение к этому вопросу. Это было сказано бывшим премьер-министром одной из наиболее цивилизованных стран мира. Можно думать, что возобновление программы ядерной энергетики в нашей стране должно включать в себя широкую и доброкачественную образовательную программу для всех групп населения (от работников ядерной промышленности до рядового жителя), программу, затрагивающую как физические и технические, так и, в еще большей степени, моральные и человеческие аспекты этой проблемы.

В последнее время, особенно после распада нашей официальной идеологии, очень важны шаги по гуманитаризации высшего

образования, в первую очередь в области науки и техники. В МФТИ благодаря ректору чл.-корр. АН СССР Н. В. Карлову предпринимаются систематические усилия по введению в программу обучения курсов по истории культуры и искусства, науки и религии, по проблемам морали и этики. Наши критики спрашивают, какое это может иметь значение в подготовке ученого и инженера. Ответ состоит в том, что мы должны, как никогда раньше, заботиться об *образовании* наших выпускников. К сожалению, многолетнее пренебрежение этим завершилось чернобыльской катастрофой, неизбежность которой была предопределена, как в греческой трагедии, всем предшествующим развитием.

Спор между рациональным умом, который может быть неправ в своих конкретных выводах и решениях, и эмоциональным, часто иррациональным подходом, в принципе неверном, но указывающим, тем не менее, на верное направление, – явление достаточно частое и в жизни, и в науке.

Несколько лет назад мне представился диалог между астрономом и астрологом. Астроном – ведущий специалист по физике Солнца, и пока нерешенной загадкой для него стало различие в измеренном потоке нейтрино от Солнца и его светимостью. Иными словами, он не знает, почему Солнце светит. Этот крупный, но сомневающийся ученый, несомненно, проиграет в публичном споре с астрологом, чья способность убеждать и авторитетность высказываний выработана вековыми традициями. Далеко не всегда в подобных спорах происходит так, как это было в публичном диспуте между епископом Вилберфорсом и знаменитым пропагандистом дарвинизма профессором Томасом Хаксли. В этом споре об эволюции ученый выиграл не столько благодаря своей правоте, сколько из-за остроумного замечания, что он бы предпочел иметь своим предком обезьяну, нежели епископа.

Парадоксально, что ныне мы импортируем из США креационизм, который столь рьяно пропагандировался там определенными консервативными церковными кругами. Таким фактом стал показ по нашему Центральному телевидению серии креационистских фильмов без каких-либо замечаний со стороны ученых-эволюционистов.

Спор может служить полезным дидактическим средством при пропаганде и преподавании науки. В профессиональной же среде дискуссия

обычно происходит в не столь публичной и демонстративной форме. Недавний эпизод с так называемым “холодным синтезом” – осуществлением ядерной реакции в металле, когда именно благодаря безответственному вмешательству средств массовой информации процесс нормального осмысления заявки на потенциально важное научное наблюдение был нарушен. К сожалению, случаи безответственного суждения о научном открытии ученых, часто стремящихся утвердить его в общественном сознании через популярные издания, минуя научную апробацию, наблюдаются все чаще.

Профессор Карл Саган, известный астроном и популяризатор, как-то заметил автору, что в США 15 000 астрологов и только 1500 астрономов.

Однако Кеплер, один из величайших астрономов, сам был практикующим астрологом и составил для себя три гороскопа. В своем гороскопе Кеплер замечает, что он был зачат 16 мая 1571 г. в 4 часа 37 минут утра и рожден 27 декабря в 2 часа дня 30 минут после 224 дней 9 часов и 53 минут беременности. Поэтому становится понятным, почему астрологи в популярном “Московском комсомольце” регулярно дают указания по наилучшему времени для половой активности. Воистину астрология – точная и полезная по всем статьям наука!

Во все времена против суеверий, примитивных культов и предрассудков выступала религия, имеющая глубокие корни в культуре и сильные интеллектуальные традиции. Сегодня с возрождением традиционной церкви как хранительницы и проповедницы моральных ценностей (при крахе официальной идеологии) по-прежнему с большой остротой стоит вопрос о рациональной этической системе и системе ценностей. Это очень существенная проблема. С одной стороны, представляет интерес утверждение общечеловеческих моральных принципов, единых во всех главных мировых религиозных системах, которые были выделены известным германским теологом Хансом Куингом в его экуменических исследованиях. С другой стороны, важным фактом установления некоторых общих моральных принципов стала “Всеобщая хартия прав человека”. К сожалению, хартия меньше говорит об ответственности личности, чем о ее правах, ответственности, значение которой мы все больше осознаем.

Глубокий интерес к неизвестному, будь то наше личное будущее или поведение далеких миров, вел человечество по пути великих открытий. Можем ли мы винить людей в том, что такие истинно человеческие мотивы поведения иногда приводили к ошибочным положениям и никогда не были столь прямыми и последовательными, как впоследствии представляется логическому уму и холодному рассудку. Сегодня, более чем когда бы то ни было, мы должны придавать значение распространению и укреплению научных представлений о мире и о себе, видя в фундаментальных научных идеях часть мировой культуры. Не потому, что так можно напрямую противостоять суевериям и мистике. Их проявления есть лишь симптом кризиса, и его причины не устраняются столь просто и быстро. Однако последовательные и постоянные усилия по пропаганде науки как части современной культуры действительно более важны для будущего, для поколений, которые придут после нас.

В отношении современных кризисных явлений в обществе, отражение которых мы видим в литературе, искусстве и других формах выражения общественного сознания, мы всегда можем поставить вопрос: в какой мере они выражают действительное состояние духа и в какой мере способствуют его распространению? По существу, именно в этом состоит общественная ответственность тех, кто так или иначе контролирует средства массовой информации, ответственность художника и мыслителя, чье творчество и идеи получают таким образом широкое распространение. Иными словами, можно ли было остановить Гитлера, не напечатав “Майн кампф”? Можно ли в действительности так поступать?

Автор лишь напоминает об этой дилемме, однако подобные рассуждения помогают нам понять, что происходит в беспокойные времена кризиса, когда причины и следствия оказываются перемешанными и трудно различимыми в хаосе быстротекущих событий.

Тенденции, которые здесь обнаруживаются, вызывают глубокое беспокойство. Для нашей страны указанные явления проявились еще в прошлом веке после больших потрясений, вызванных перестройкой в пореформенной России и с такой проницательностью описанной Ф. М. Достоевским в “Бесах” (1872). Только позднее обществоведы и

философы обратились к этому кругу вопросов в “Вехах” (1909), а в Октябрьской революции мы увидели конечный результат подобного механистического и экстремистского подхода к историческому процессу.

Глубокие изменения, происходящие в Советском Союзе, стали причиной нынешнего всплеска интереса к иррациональному, регрессу, к мифологическому мышлению. В этом мы видим также важный симптом проявлений экстремизма в будущем. В этом состоит истинная опасность, на которую указывают наши более ответственно мыслящие и проницательные общественные деятели, обществоведы и писатели. К сожалению, как в прошлом, многие интеллигенты не до конца осознают всю меру своей ответственности и часто занимают крайние позиции по подобным вопросам, полагая, что экстремизм в общественной жизни может занимать такое же место, как в науке или творчестве художника. Однако сегодня при той ответственности и месте, которые занимает в обществе наука, подобный упрощенный подход непозволителен. В принципиальном плане речь вновь идет о фундаментальном противоречии между нашей культурой, сознанием и материальным могуществом, будь то военным или экономическим, между тем, каким быть и что иметь. Так, эта давняя дилемма ценностей общества сегодня явилась в новом и непривычном облике.

Можно только надеяться, что разум и добрая воля победят. В прошлом цена, которую наша страна заплатила за вульгарный уравнилельный рационализм, за пренебрежение сущностью человека и общечеловеческими ценностями, так велика, что мы можем понять, если и не простить, современный всплеск иррационализма.

Каница С. П. Антинаучные тенденции в Советском Союзе //
В мире науки. – 1991. – № 10. – С. 6–13.

Евандро Агацці

Агацці (Agazzi) Евандро (р. 1934) – відомий італійський філософ і логік, представник наукового реалізму у філософії науки. Президент Міжнародної федерації філософських суспільств (з 1988). Президент Міжнародного інституту філософії (Фрібур, Швейцарія) з 1993 р.; член редколегії російського журналу “Вопросы философии”.

Ми наводимо тут фрагмент його статті 1998 р., присвяченої аналізу нових тенденцій у розвитку сучасної науки, її взаємозв'язку з новими технологіями, а особливо виникненню нового феномена – технонауки.



E. Agazzi. From technique to technology: the role of modern science (1998)

Two opposite positions characterize the present way of conceiving science and technology. The most widespread renders them *identical*, as being practically one and the same thing (the so-called “technoscience”), in which the “intellectual” features of modern science dominate the traditional “manual” features of technology; so that technology itself has become “scientific” to such an extent that it is impossible to distinguish it from science. This view is tacitly presupposed in the way common sense understands the “progress of science.” When we try to make this notion concrete, we almost inevitably put forth examples of *technological* achievements as instances of *scientific* progress. Arriving at the same conclusion (but following an inverse path), certain approaches treat science itself (in its “modern” form) as so deeply affected by the spirit of technology--which consists in the proposal of dominating and utilizing nature--that it has become indistinguishable from technology. This second view is common both to several “instrumentalist” trends in contemporary philosophy of science and to some no less influential doctrines that press an essentially negative judgment about science, because (allegedly) modern science was born of

the same pretension toward “manipulating being” that is the core of technology, and this implies, as a consequence, an attitude of *violence* that underlies technology. (Heidegger was the most famous initiator of this doctrine, which has found many followers in the present intellectual climate.) Contrary to these two views is the position of those scholars who stress the different *aims* of science and technology: science aims at attaining objective knowledge and is therefore characterized by a strict *cognitive* attitude; while technology aims at producing concrete results (in the form of objects, commodities, tools, or procedures) and is therefore characterized by a *pragmatic* attitude. This position has often been advocated in the context of discussing the so-called “neutrality of science” and in debates concerning the social or moral *responsibility* of science (where the intent is to free science of such a responsibility).

From technique to technology

Both positions contain some aspects of truth, but both are affected by certain misunderstandings. In order to critically evaluate them, we shall start by proposing a distinction between *technique* and *technology*; to a certain extent, this is conventional, but it is not arbitrary. It is not based upon a simple linguistic analysis but reflects certain conceptual differences that may suitably be appended to a double terminology that happens to exist in our languages. By a *technique* we usually mean a display of practical abilities that allow one to perform easily and efficiently a given activity (be it purely material or bound to certain mental attitudes). But (perhaps less often) we also use *technique* as a collective noun, indicating the very wide spectrum of such simple techniques. In such contexts, these are sometimes indicated by the old-fashioned term *technics*. That is, the whole of the many concrete efficacious procedures that have proven useful for obtaining certain results (e.g., producing certain objects, performing certain operations, attaining certain goals) are summed up as *technique*. Technique, in this sense, is the collective term encompassing a great deal of *technics*, and in this sense we usually speak, for example, of the “technical skill” of a craftsman, of a professionally able lawyer, of a pianist. Any such technique is essentially the able application of a certain *know-how*, which has been constituted through the cumulation and transmission of concrete *experiences* (that in particular also entails a careful exercise), without being necessarily accompanied or

supported by *knowing why* such concrete procedures are especially efficacious. The suffix, “ology” that we find in the word *technology*, invites us to take advantage of the theoretical aspect that is usually bound up with its use (compare theology, sociology, philology, ethnology); it serves to indicate the presence of some kind of “scientific,” or at least theoretical dimension. In fact, the Greek term *techne* already included this theoretical aspect, since it was used to indicate the capability of justifying, of “knowing why,” a certain efficient procedure was efficient. I would maintain that the modern concept of technology can be interpreted as a new way of expressing the conceptual content of the Greek term *techne*. Without indulging in detailed historical reconstructions, we can say that Western civilization finds what is perhaps the most decisive element of its specificity--as regards other great civilizations in human history--in that it explicitly introduced the *theoretical* demand into the domain of practice and of doing. What we might well call the “invention of the why,” rising from within Hellenic civilization in the sixth century B.C.E., led in that same context to the birth of both philosophy and science in the strong sense. (They were originally one and the same.) The very demand which led philosophers to ask for the *reasons* for the existence and constitution of the cosmos (and to postulate principles and first causes to provide such an explanation) was also what moved the first mathematicians to provide the reasons (by means of *demonstrations*) for the properties of numbers and figures; other peoples had discovered them only empirically, translating them into *practical rules* of calculus. In following this impulse, it was inevitable that a search for the “why” should eventually take up the different sorts of efficient knowing that men had used in various fields; and this gave birth to the notion of *techne*: efficient action where we know the *reasons* for its efficiency and that it is founded upon them. The term *techne* is often translated as “art,” but today this is imprecise, since for us art concerns essentially the beautiful or aesthetic expression. Plato, Aristotle, and the great doctor-philosopher Hippocrates all tell us that the characteristics of *techne* are parallel to those of *episteme*--that is, *science*--insofar as both are types of knowledge which demonstrate the reasons for what is observed empirically. *Episteme* focuses attention on the *truth* of what is known; with *techne*, the focus is on efficiency. The first concerns *pure knowledge*; the second, *knowledge of doing or making*. If it is true that the

domain of the pure and simple knowledge of doing or making (that is, knowledge of *how* to do something that does not necessarily imply knowledge as to *why* the end is achieved) can be called the domain of *technique*, then we ought to find another term to designate that further dimension wherein efficient operation is conscious of the reasons for its efficacy and is founded upon them; that is, where operation is nourished by its grounding in theoretical knowledge. This new term is *technology*. Hence, in this sense we can say that the idea of technology is clearly prefigured in the Greek notion of *techne*. But this is only a prefigurement. The constituting of technology, in the full, modern sense of that term, is a consequence of *modern* science; it is this science that furnishes the theoretical grounds for efficacious doing. (The traditional science or *episteme* was used for the theoretical foundation of the ancient *techne* and was essentially constituted by philosophical reflection.) This new science not only rapidly led to detailed knowledge of the natural world, which allowed for more adequate explanations of the success of many techniques already used; it also inaugurated a process by which newly acquired knowledge was immediately applied toward the creation of *new* techniques and was even *sought* for the sake of some technical application. To clarify the import of this change, much would need to be said. We shall limit ourselves to certain summary (and thus somewhat approximate) considerations. The Greek idea of *techne* expresses a demand for a theoretical awareness which, so to speak, *justifies* conceptually that practical knowledge which is already established empirically. *Techne* consolidates this practical knowledge and affords it a certain extension--due to the inherent generality of theoretical knowledge--but is not bound to *produce* new know-how, or to improve its efficiency. It could be said that behind the search for the why, which characterizes *techne*, is found the very same *contemplative* demand which characterizes *episteme*; it is a demand for intelligibility rather than efficiency. This contemplative and *disinterested* conception of knowledge is inscribed in the episodes and anecdotes of the tradition as much as in its thinkers; the idea of a knowledge that must be placed *at the service* of practice is foreign to classical cultural sensibilities even if there are some concrete exceptions (for example, the "engineering" aspects of the works of Archimedes or Eratosthenes). This way of conceiving things goes hand in hand with a certain way of conceiving the world and nature: they are an

object of understanding and not of intervention--a reality to which it is fitting, wise, and useful to conform oneself--and not something to be manipulated and transformed according to men's caprices and interests. A third and final element is the fact that the concrete knowledge that classical thought attained with respect to the natural world remained (for a variety of reasons which we shall not explore here) very limited--almost laughable--when compared with the heights it reached in mathematics and astronomy. In the Renaissance, each one of these aspects was profoundly modified. Human primacy over nature came to be strongly asserted. The founding of a *regnum hominis* was seen to indicate a supremacy over nature that was to be exercised through the use, subjection, and manipulation of nature. The idea of disinterested knowledge did not disappear, but it became strongly allied to the idea of a useful knowledge which would help humans to dominate Nature and to establish a supremacy which would guide and advance practice rather than merely reflect upon nature. Finally, the new science provides a harvest of detailed and precise knowledge which enables humans actually to fulfill a program of constructing a new type of knowledge -- a knowledge that no longer remains content with *explaining* the empirical success of practices or instruments, but is able to *project* new instruments and practices that have not yet been tested or even invented. The application of scientific knowledge to the solution of concrete problems typically consists in planning and constructing a device (that is, a *machine* in the broad sense), the how and why of whose functioning is known *in advance* insofar as it was designed through the use of the available theoretical and practical knowledge. Thus, *technology* arises, on one hand, as being included in the domain of technique, while on the other, it is set off by specific traits. It is now clear why science has a closer link with technology than with technique. On one hand, technology is to a large degree -- one might even say essentially -- an *applied science*. (This is not wholly true, since its development also relies on purely technico-operational factors in the senses we have noted.) On the other hand, when scientific research poses certain *cognitive* problems, they can be solved by projecting and constructing appropriate apparatuses or instruments (that is, appropriate *machines*), and it is technology that does this. Between the two, then, a system of *positive feedback* is established, one of reciprocal stimulation to ever more rapid and expansive growth. As is well

known, while *negative feedback* is considered in cybernetic language to be the key model for stability and control, *positive feedback* is the typical model for processes which tend toward loss of control and disintegration. I only allude to this here; I shall have occasion to return to it later.

The sense of a bifurcation

In this presentation, we can see a kind of continuity; at the same time, there is a significant bifurcation between technique and technology. The continuity consists in the fact that technology remains within the framework of technique (it remains an effort to maintain efficacious procedures for producing objects or performances); the bifurcation consists in the fact that it would be wrong to believe that by now technology has become the modern form of technique. In fact, technology is only a new *branch* of technique – the branch that might be understood as “applied science.” On the other hand, there are still large sectors of technical progress that are quite independent of the advancements of science; they follow the traditional path of the accumulation of empirically discovered useful devices or procedures without any need for a scientific understanding of their efficiency – even without any real possibility of providing it. However, this bifurcation has also produced significant changes in the relationship between humankind and the *artificial* world. In the case of technique, it was already true that the bifurcation produced an artificial world. But this was, on one hand, a domestication of the external environment in conformity with the needs of human nature (a nature that, specifically, entails a human capacity of adapting the environment to itself rather than adapting itself to the environment); on the other hand, the growth of this artificial world was slow and piecemeal, and it allowed enough time for integrating the artifacts within the natural environment and within the existing context of human conditions. In the case of technology, external nature is not really domesticated; it is rather replaced by the artifacts, and the artificial world grows with a rapidity, an amplitude, and a complexity that confer on it the characteristics of an increasing *autonomy* (though this by no means implies an automatic self-regulation). Every new advancement in technology is *local* (like the piecemeal improvements of traditional techniques), but the impacts and consequences rapidly become *global*, owing to the numberless and complex ramifications of the *technological system*. In this way, a great many unintended, unexpected,

unforeseeable consequences may result from *any* new technological realization. (This fact has been abundantly stressed and analyzed in a very extensive literature.) This peculiar feature of technology entails a change in the attitude we adopt towards our productions. In the case of technique, a man could believe himself to be adapting nature to his needs by using nature and “putting it to his service,” but this was possible only by “obeying nature,” as Francis Bacon said. Therefore, a kind of confidence in the harmony or wisdom of nature (something that could be supported by several worldviews) could absolve a man of the task of explicitly thinking about the “regulation” of his technical activity as distinguished from the simple determination of the “rules of the art.” With technology we have a very different situation: the artificial world has no intrinsic nature; it is *created* by humans and remains independent of nature. Therefore, if we want to imagine for it some kind of order or regulation, it cannot but be an order or regulation introduced *by humans*. Not just as the application of new and complex “rules of the art,” but as applying norms that might insure a global harmony or wisdom that in the past could be delegated to nature.

The myth of protagoras

In Plato’s dialogue, *Protagoras*, the chief interlocutor, from whom the name of the dialogue is taken, narrates the following myth. When the gods decided that the time had come to populate the earth with living beings, they entrusted Prometheus and Epimetheus with the task of producing them and providing them with suitable qualities. Epimetheus took over the concrete work, while Prometheus reserved for himself the right of supervision. After having wisely distributed among the different living species the characteristics that would enable them to survive and reproduce harmoniously, Epimetheus discovered – when the moment came to produce human beings – that he had already exhausted the natural qualities. So he was obliged to produce a being that was naked, weak, devoid of any special feature, and inferior to the animals. In order to remedy this disaster, Prometheus stole from Ephestos the fire and the arts (that is, the principles of techniques) that are related to him, and he stole from Athena the arts of the intellect (that is, the principles of science). These qualities were diversely distributed among human beings; and they, by using them, were able to secure their superiority over the animals, to produce artifacts, and to found cities. However they

showed themselves incapable of living in communities; they started killing each other, splitting into factions, and dying. At this juncture, Zeus, much concerned about the destiny of the humans, charged a god, Hermes, to bring to them the political virtues of justice and modesty. These virtues were given to every man *individually*; and, thanks to them, humans were able to live a harmonious life in their cities. In the presentation of this myth (and in the discussions that follow it in Plato's dialogue), all of the salient issues of the complex problem of technoscience are already outlined. Science and technology are really the factors of superiority that distinguish humans from other animals, and their development is due to the creativity of particularly gifted individuals. However, the *global* outcome can be tragic if humans are not guided by something that is not in conformity with nature; they require another specific and uniquely human quality: that of *morality*. This quality is able to produce a global positive effect because it is a characteristic shared by every human being *individually*. So, we can see that the dangers implicit in the uncontrolled use of creative intelligence (be it theoretical or practical) were already perceived by ancient philosophers, and morality was considered to be the unique remedy for them. Nowadays, technology can be considered the most impressive expression of human creativity; yet it does not contain the necessary guidelines for its positive exercise, and ethics is again postulated as the proper field in which such guidelines must be investigated and found.

Some useful conclusions

From these considerations, a few useful elements of reflection can be derived. In the first place, we have seen that a separation between science and technique is plausible (in the sense that we can characterize science as an eminently cognitive enterprise, and we can characterize technique as an eminently pragmatic one). But if we look at technology, we can at most admit a *conceptual* or an *analytic* distinction, without any real *separation* from science, since they are *concretely* intertwined and, so to speak, *consubstantial*. (Technology cannot exist without science, and science cannot exist without sophisticated technology.) This in particular justifies the use of the term "technoscience" for designating this new reality. In the second place, we have seen that an appeal to an *ethical dimension* emerges, with great force, *from within* technoscience itself; and this is true because the particular

form of creativity that characterizes this domain does not provide us with criteria for steering, directing, limiting, or orienting the growth of technoscience. The search for such criteria cannot be fruitfully pursued along the two paths that are often advocated nowadays. One is the path of “following” or “respecting nature.” This criterion does have a certain value, but at the same time it is vague and limited—first of all because there is no real possibility of crediting nature with the privilege of being *absolutely* good; second, because our picture of nature is, after all, what we know through the mediation of *scientific* investigation; and third and more substantially, because our present problem is that of controlling a non-natural world, that is, the world produced by technology, which is chiefly a human creation. The second path consists in looking to technoscience itself for the criteria for regulating its developments. This is again illusory because what we can expect from technoscience is the know-how to do something, not what *ought to be done*. What we can expect from technoscience is an indication of what it would be *possible* to realize (and the intrinsic tendency of technoscience is that of actually realizing all such possibilities). Our problem is that of determining what it is *good* to realize (or not realize) among the different possibilities that are open to us. Such an evaluation specifically pertains to a *moral judgment*. However, as we have seen, such a judgment is demanded from *within* technoscience, and it would be inappropriate to propose that a kind of *moral court* be created, with the task of judging the productions of technoscience *from the outside*. Judging technoscience must go hand in hand with technoscientific activity; it must inspire it and control it at every stage. That is, it must represent a constant sensitivity that *intrinsically* accompanies all the projects and predictions that men develop in promoting the growth of technoscience. This is why, as Plato had already noted, it is an *individual* sense of moral responsibility that – to the extent that it is in fact exercised by *every* human being – can bring humankind to see technoscience not as a tremendous threat of danger or destruction but as a source of well-being for all humans, present and future.

Agazzi E. From technique to technology: The role of modern science // *Journal of the Society for Philosophy and Technology*. – 1998. – Vol. 4. – № 2.

Глосарій з філософії науки

До глосарію включено лише основні поняття. Якщо у якомусь визначенні використовуються поняття, що також визначаються в даному глосарії, то вони виділяються жирним шрифтом.

Абстрагування (*abstracting*) – загальнологічний прийом (метод) наукового дослідження **об'єкта**, який поєднує в собі відокремлення від в принципі незкінченного числа властивостей об'єкта, що досліджується, та виділення декількох властивостей, які найважливіші для рішення поставленої задачі.

Аксіоматичний метод (*axiomatic method*) – один із розповсюджених теоретичних методів наукового пізнання (див.: **Метод науковий**), а також побудови і організації теоретичного знання. Аксіоматичний метод полягає у виділенні двох частин (шарів) знання – 1) який не виводиться (в рамках даної системи) і 2) виводиться з (1) за допомогою логічних і математичних засобів. До шару (1) входять аксіоми, постулати, принципи і означення. Одним із перших прикладів побудови знання на основі аксіоматичного методу є перша в математиці система геометрії (фактично перша математична **теорія**) – “Начала” Евкліда. Аксіоматичний метод застосовується і в інших науках. За допомогою цього методу будувалась механіка Ньютона, термодинаміка та інші **фізичні теорії**.

Аналіз (*analysis*) – загальнологічний **метод** наукового пізнання, який полягає в поділі деякого цілого (**об'єкта**) на окремі частини, як правило, більш доступні для дослідження. Додатковим методом по відношенню до аналізу є **синтез**.

Аналогія (*analogy*) – загальнологічний **метод** (в тому числі і як **науковий метод**), суть якого є пошук загального в різних по природі **об'єктах**. Аналогія є підґрунтям методу **моделювання**.

Вимірювання (*measuring*) – метод, що функціонує на емпіричному рівні наукового пізнання і полягає у порівнянні вимірюваного **об'єкта** з визначеним еталоном, з яким асоціюються відповідні величини та одиниці вимірювання.

Гіпотеза (наукова) (*scientific hypothesis*) – форма наукового знання; частіше відноситься до **теоретичного рівня наукового пізнання**. Гіпотеза є висловлюванням (чи системою висловлювань), істиннісна оцінка якої не є достовірною, а ймовірною, і тому гіпотеза потребує обґрунтування і підкріплення, щоб стати справжньою **науковою теорією**.

Гіпотетико-дедуктивний метод (*hypothetic-deductive method*) – різновидність **аксіоматичного методу**, що використовується у фактуальних науках (зокрема, в природознавстві), причому в ролі аксіом виступають фундаментальні **закони** природи (як **принципи**), або природничо-наукові **гіпотези**. Як вважають деякі історики науки, гіпотетико-дедуктивний метод застосовував уже Г. Галілей при дослідженні вільного падіння тіл і формулюванні відповідного закону.

Дедукція (*deduction*) – загальнологічний **метод**, суть якого полягає в логічному висновку з деяких загальних суджень (аксіом, **принципів**, **законів** тощо) окремих, більш конкретних суджень. В певному сенсі (наприклад, з точки зору “направленості” думки), дедукція протилежна **індукції**.

Детермінізм (*determinism*) – концепція, послідовники якої стверджують упорядкованість, причинну обумовленість довкілля. Детермінізм стверджує, що світ – це зв’язне ціле, і що явища в ньому чимось обумовлені, в тому числі причинно. Фундаментальні поняття детермінізму – “зв’язок”, “взаємодія”, “причинність”, “**закон**”. На формування детермінізму помітно вплинув розвиток **науки** (див. у цьому плані поняття: “**наукова картина світу**”). Крім онтологічного, детермінізм має і гносеологічний аспект; у цьому сенсі з детермінізмом тісно пов’язане поняття **раціональності**. Детермінізм є філософський, науковий (див.: **науковий детермінізм**), теологічний тощо.

Експеримент (науковий) (*scientific experiment*) – емпіричний **метод**, в рамках якого досліджується будь-яке явище завдяки активному впливу на нього за допомогою створення нових умов, які відповідають меті дослідження, або ж способом зміни тривалості процесу в потрібному напрямку. Науковий експеримент тісно пов’язаний з іншими емпіричними методами – **спостереженням і вимірюванням**; його матеріальними засобами є інструменти, прилади тощо.

Емпіричний рівень наукового пізнання (*empiric level of scientific cognition*) – рівень, який характеризується діяльністю **суб’єкта** з

наочними **об'єктами**, нерідко такими, що чуттєво сприймаються. Через це **методи наукового пізнання**, що діють при цьому рівні, і **форми наукового пізнання**, що функціонують на цьому рівні, називають емпіричними (наприклад, такі форми, як **науковий факт**, емпіричний **закон** тощо).

Закон науковий (*scientific law*) – форма **наукового знання**, яка виражає об'єктивний зв'язок явищ. Проте не будь-який зв'язок є законом, тим більше – законом науковим, а лише такий, який крім об'єктивності характеризується також регулярністю, відтворенням (перевіркою і підтвердженням), суттєвістю. У **мові науки** закон науковий виражається в формі умовного речення (імплікативного висловлювання з квантором всезагальності). Закони наукові діляться на теоретичні і емпіричні. Теоретичний закон – один із найважливіших елементів **наукової теорії**. Закон науковий потрібно відрізнити від юридичних законів, законів (норм) моралі, а також від законів в сфері релігії. Закон науковий – одна із найважливіших категорій наукового **детермінізму**.

Знання наукове (*scientific knowledge*) – одне з трьох складових **науки**. Знання наукове – це такий вид знання, який має, принаймні, такі властивості: 1) системність; 2) об'єктивність змісту (об'єктивну істинність); 3) предметну визначеність; 4) прогресивність (необхідність росту знання). До (1) входять такі **форми наукового знання** (в якості елементів чи підсистем), як **теорії, гіпотези, закони, факти**. Із (2) пов'язані такі властивості наукового знання, як перевірність, підтверджуваність, доказовість, обґрунтованість.

Ідеалізація (*idealization*) – теоретичний **метод наукового пізнання**, який поєднує в собі **абстрагування** та граничний перехід мислення до об'єкта чи ситуації, яких в принципі не існує в природі. Термін “ідеалізація” використовують як для позначення процесу реалізації відповідного теоретичного **методу**, так і для позначення ідеалізованого **об'єкта** як результату (методу) його застосування. Ідеалізація – необхідна складова частина теоретичної діяльності в **науці**.

Індукція (*induction*) – загальнологічний **метод** (див. також: **Метод науковий**), це вид міркувань (розсудів) від множини одиничних **фактів** чи даних до загального судження (в ідеалі – емпіричного **закону**). В науці використовуються як дедуктивні (див.: **Дедукція**), достовірні,

так і правдоподібні міркування, серед яких часто зустрічаються й індуктивні висновки.

Математика (*mathematics*) – **наука** про ідеальні форми, які можуть виступати і в кількісних, і в якісних відношеннях. Математику не можна віднести до природничих наук, тому що: 1) її **об'єкти** – не природні об'єкти, а уявні конструкти (ідеалізовані об'єкти), і 2) істина в математиці не є істина факту, а істина логічна, яка пов'язана з несуперечливістю, доказованістю тощо.

Метод (*method*) – відносно стійка система правил і **принципів** діяльності досягнення деякого результату. Метод, що пов'язаний з виробництвом і використанням **наукового знання** і має ознаки науковості, відносять до наукових методів (див.: **метод науковий**).

Метод науковий (*scientific method*) – це **метод**, який характеризується основними ознаками науковості знання і науковості діяльності. Метод науковий – це відносно стійка система правил і **принципів** діяльності досягнення істинного і/чи ефективного результату у **науці**, наприклад, у вигляді наукового знання, яке є істинне і яке може застосовуватись. За тим, на якому **рівні наукового знання** розглядаються методи наукові, вони діляться на емпіричні, теоретичні і загальнологічні. Емпіричні – це ті, які діють на **емпіричному** рівні наукового пізнання (спостереження, вимірювання, **експеримент**), теоретичні – це ті, які діють на **теоретичному** рівні наукового пізнання (**ідеалізація, аксіоматичний метод**, метод математичного моделювання, уявний експеримент, **гіпотетико-дедуктивний метод**). Загальнологічними методами називають ті, які діють на обох рівнях наукового пізнання і навіть поза сферою науки (**абстрагування, аналіз і синтез, аналогія, індукція і дедукція моделювання**).

Методологічний принцип (*methodological principle*) – певна форма пізнавальної діяльності в **науці**, причому більш експліцитна, ніж звичайні **регулятивні принципи наукового пізнання**. Більша частина ефективно працюючих в науці методологічних принципів сформувались у фізиці і **математиці**. Це такі принципи, як принцип симетрії, принцип відповідності, принцип доповнюваності, принцип спостережуваності та ін.

Методологія (*methodology*) – вчення про **методи**. В загальнофілософському плані говорять про загальну методологію. У більш вузькому

сміслі, по відношенню до конкретної **наукової дисципліни** говорять про методологію фізики, методологію математики тощо.

Механіцизм (*mechanicism*) – філософсько-методологічна концепція, суть якої полягає в абсолютизації місця і ролі **законів і принципів** механіки. Згідно з механіцизмом, будь-яке складне і/чи незнайоме явище можна пояснити на основі механічних **моделей і законів** механіки.

Мова науки (*scientific language*) – форма вираження **наукового знання**, що характеризується однозначністю, чіткістю і точністю смислу (а також інтерпретації) понять і символів. Багато в чому досконалість мови науки пов'язана з розвитком **математики**, її засобів і **методів**.

Моделювання (*modeling*) – загальнологічний **метод** наукового пізнання, який полягає в побудові **моделей** і їх використанні.

Модель (наукова) (*scientific model*) – певна **форма наукового пізнання**. Об'єкт М називають моделлю іншого об'єкта Х (який, у свою чергу, називають оригіналом, прототипом), якщо:

- є суб'єкт S, який моделює і є мета Р, заради досягнення якої вибирається чи створюється М;
- М подібний Х.

Таким чином модель як форму наукового пізнання можна уявити у вигляді упорядкованої четвірки “**Х, М, S, Р**”. Моделі бувають ідеальними і матеріальними. Різноманіття ідеальних моделей **М** можна поділити на моделі класу М1 з переважно репрезентативною функцією і моделі класу М2, переважно з інтерпретивною функцією. В реальній практиці наукового **моделювання** класи М1 і М2, взагалі, пересікаються.

Наука (*science*) – певна цілісність як єдність трьох складових “частин”:

- знання (див.: **Знання наукове**);
- певної діяльності (див.: **Метод науковий**);
- соціальних форм її організації (див.: **Наукове товариство**).

Наукова дисципліна (*scientific discipline*) – галузь **наукового знання**, яка має досить визначену предметну область і досить розвинені наукові **методи** дослідження (див.: **метод науковий**).

Наукова картина світу (*scientific picture of world*) – **форма наукового знання**, що являє собою історично конкретну теоретичну **модель**

реальності, яку створює домінуюча в духовній культурі суспільства на даному етапі його історичного розвитку **наукова дисципліна**. Наукова картина світу XVIII ст. – першої половини XIX ст. носила механістичний характер, в ній домінував **механіцизм**.

Наукова парадигма – див.: **Парадигма наукова**

Наукова теорія (*scientific theory*) – одна із найдосконаліших в логічному і концептуальному відношенні **форм наукового знання** на теоретичному рівні його розвитку. В логіко-лінгвістичному плані наукової теорії – це система висловлювань про **об'єкти** з її предметної області, які (об'єкти) в свою чергу відображають, репрезентують певні фрагменти дійсності. Основні структурні елементи наукової теорії – це концептуальний базис (аксіоми, **принципи**), теоретичні моделі, теоретичні закони (див.: **закон науковий**), визначення, операційні засоби та ін. Основні функції наукової теорії – **опис, пояснення, передбачення**.

Наукове знання – див.: **Знання наукове**.

Наукове співтовариство (*scientific communiti*) – одна з ключових категорій **філософії науки**; її ввів Т. Кун для виявлення і опису учених, які дотримуються однієї і тієї ж наукової парадигми.

Науковий детермінізм (*scientific determinism*) – різновидність **детермінізму**; це концепція, згідно з якою світ – це упорядковане, закономірне ціле, динаміка якого описується **науковими законами**.

Науковий факт (*scientific fact*) – форма емпіричного знання, особливого роду речення зі стійкою істиннісною оцінкою і таке, що фіксує емпіричне знання. Емпіричне знання, науковий факт протиставляються **науковій теорії** чи науковій **гіпотезі**.

Об'єкт (науки) (*object of science*) – фрагмент дійсності, який вступає в активну взаємодію з суб'єктом в процесі репрезентації і наукової діяльності, з використанням різних засобів, прийомів, **методів**. В реальній науковій практиці, наприклад, вчений-фізик має справу не з об'єктивно існуючими елементарними частинками, а з експериментально “приготовленими” частинками, або з відповідними теоретичними об'єктами, які репрезентують об'єктивно існуючі частинки. В цьому плані корисно відрізняти, з однієї сторони, об'єкт експерименту чи об'єкт фізичної теорії, і з іншої – **фізичний об'єкт**.

Опис (*description*) – процес (чи результат) відображення, виражений мовою (**мовою науки**, якщо мається на увазі науковий опис) деякої реальності з предметної області **науки, теорії, гіпотези чи моделі**, поряд з **поясненням і передбаченням**. Опис є важливою функцією науки, теорії чи закону.

Парадигма наукова (*scientific paradigm*) – зразкова наукова **модель** (науковий опис) світу (див.: **Наукова картина світу**), або модель наукової діяльності, яку приймають за зразок вчені – (**суб'єкти**) деякого наукового товариства.

Передбачення (*prediction*) – одна з найважливіших (разом з **описом і поясненням**) функцій **наукової теорії** або **закону** (або взагалі **науки**), що полягає в знаходженні нових фактів або законів, як правило, з допомогою логічних засобів і операцій. За своєю логічною структурою передбачення однакове з **поясненням**.

Пояснення (*explanation*) – одна з найважливіших функцій **науки, теорії чи закону**. **Науковий факт** вважається поясненим, якщо його можна підвести під будь-який **науковий закон, наукову модель чи наукову теорію**. В філософії науки однією з найбільш розповсюджених моделей наукового пояснення є так звана номологічна модель Гемпеля – Оппенгейма, згідно з якою те, що пояснюється, логічно виводиться з того, що пояснює, яке являє собою найчастіше **науковий закон** чи систему таких, тобто наукову теорію. Пояснення має, взагалі, таку ж логічну структуру, що і **передбачення**.

Принцип (науковий) (*scientific principle*) – висловлення, що є вихідним пунктом наступного розгортання змісту **теорії** (див.: **Наукова теорія**). В ролі принципу, наприклад, в **науковій теорії** може виступати **закон** (див.: **Науковий закон**). У більш загальному плані принцип – це вихідний пункт діяльності. Якщо остання здійснюється у сфері науки, то принцип тісно пов'язаний з **методом** (див.: **Метод науковий**), тобто є смисл говорити про регулятивний принцип наукової діяльності (див.: **Регулятивні принципи наукового пізнання**) або, інакше, про **методологічний принцип**, наприклад про принцип спостережуваності, принцип відповідності, принцип симетрії тощо.

Принцип редукції (зведення) (*principle of reduction*) – **методологічний принцип**, суть якого полягає в тому, що складний, невідомий

раніше **об'єкт** досліджується шляхом зведення (редукції) ряду його властивостей і особливостей до більш простих і відомих. Застосування принципу редукції тісно пов'язано з аналітичним підходом (див.: **аналіз**), що домінував у класичній науці. Абсолютизація принципу редукції веде до **редукціонізму**.

Реальність (*reality*) – те, що встановлено як існуюче згідно з наявними засобами, як емпірично, так і теоретично. В цьому плані на **емпіричному рівні наукового пізнання** реальність тісно пов'язана з такими поняттями, як перевірність (верифікованість), підтверджуваність, спостережуваність тощо. На **теоретичному рівні наукового пізнання** реальність пов'язана з принципами заборони, принципами симетрії, законами збереження.

Революція наукова (*scientific revolution*) – якісні перетворення в науці, пов'язані зі зміною **наукової картини світу, фундаментальної наукової теорії** або найбільш характерних для даної епохи способів **пояснення** і засобів **опису реальності**. Багато хто вважає однією з певних наукових революцій утвердження геліоцентричної системи Н. Коперника і формування першої справді **наукової теорії** – механіки Галілея – Ньютона, яка пізніше набула парадигмального статусу, ставши ядром механістичної картини світу.

Регулятивні принципи наукового пізнання (*regulative principle of scientific cognition*) – норми пізнавальної діяльності в науці, хоча і менш визначені і менш експлітні, ніж **методологічні принципи** (наприклад, такі норми, як простота, краса, гармонія тощо, або як принцип простоти, принцип естетичної досконалості, принцип гармонії тощо). Термін “регулятивний принцип наукового пізнання” вживається і в ширшому сенсі, характеризуючи, взагалі кажучи, будь-які норми пізнавальної діяльності в науці.

Редукціонізм (*reductionism*) – філософсько-методологічна концепція, прихильники якої абсолютизують статус **принципу редукції**, припускаючи повне зведення складного до простого, більш високоорганізованої форми руху матерії до менш організованої форми, наприклад, біологічного до хімічного, тобто припускається можливість **пояснення** сутності біологічних процесів на основі **законів** хімії або фізики. Іншими словами, в межах редукціонізму заперечується якісна специфіка

більш високоорганізованої форми руху матерії . Окремим випадком редукціонізму є **механіцизм**.

Рефлексія (*reflektion*) – здатність людини критично осмислювати свої дії; ця здатність також описується такими категоріями, як “само-свідомість”, “цілепокладання”, “світогляд” та ін. Розрізняють рефлексію на рівні буденної свідомості, наукову рефлексію і філософську рефлексію. Остання, стосовно науки, є предметом і основною задачею **філософії науки**.

Синтез (*synthesis*) – загальнологічний **метод** наукового пізнання, що полягає в поєднанні, інтеграції елементів-частин у якусь цілісність. Взаємно додатковим методом по відношенню до синтезу є **аналіз**.

Спостереження (*observation*) – **метод**, який функціонує на **емпіричному рівні наукового пізнання** і який полягає у збиранні **наукових фактів** (у тому числі за допомогою відповідних інструментів і приладів) про **об’єкт** спостереження.

Суб’єкт (наукового пізнання) (*subject of scientific cognition; scientist*) – людина (або група людей), яка вступає в активну взаємодію з **об’єктом**, і її діяльність націлена на отримання **наукового знання**.

Теоретичний рівень наукового пізнання (*theoretical level of scientific cognition*) – рівень, який характеризується діяльністю суб’єкта з абстрактними та ідеалізованими **об’єктами**. Через це **методи наукового пізнання**, що діють на цьому рівні, і **форми наукового пізнання**, що функціонують на цьому рівні, називають теоретичними.

Теорія (в логіко-лінгвістичному плані) (*theory*) – це система висловлень, упорядкована за допомогою відношення виведення. В широкому сенсі (наприклад, теорія в аспекті діяльності) теорія протилежна практиці, емпії, **експерименту**.

Техніка (*technics*) – сукупність артефактів, що створюються і використовуються людиною головним чином **методами** інженерної діяльності. Під артефактами розуміють засоби предметної діяльності та/або опредметнені її результати. Одними з первинних в історії людства артефактів були знаряддя праці та зброя. У дещо ширшому розумінні техніка виступає як особливий, технічний підхід до будь-якої сфери людської діяльності. Технічний підхід знаходиться у взаємодоповнювальному відношенні з природничо-науковим підходом і **науковими**

методами. Відносно самостійним предметом філософського аналізу техніка стала в XX ст. в межах особливої галузі філософії – філософії техніки, тісно пов'язаної з **філософією науки.**

Технократичне мислення (*technocratic thinking*) – мислення, підпорядковане владі техніки, тим способом діяльності, яке панує в ній. Технократичне мислення характеризується деякою обмеженістю, вузькістю, що виявляється, зокрема, в недостатньому врахуванні соціокультурних наслідків технічних систем, що створюються і використовуються.

Факт науковий – див.: **Науковий факт**

Фізичний об'єкт (*physical object*) – фрагмент матеріальної дійсності, який вступає в активну взаємодію з **суб'єктом** в процесі наукової діяльності.

Філософія науки (*philosophy of science*) – філософська дисципліна, предметом і задачею якої є філософсько-методологічна **рефлексія** над наукою; при цьому наука розглядається як триєдність знання, діяльності і соціальних форм її організації.

Форми наукового пізнання (*forms of scientific cognition*) – відносно стійкі результати наукової діяльності, які виражаються, як правило, на **емпіричному** або **теоретичному рівні наукового пізнання.** Відповідно до цього виділяють такі емпіричні форми наукового пізнання, як **науковий факт**, **емпіричний закон**, і теоретичні форми наукового пізнання, такі як **ідеалізація**, **гіпотеза**, **теоретична модель**, **наукова теорія** та інші.

Цикл наукового дослідження (*cycle of scientific research*) – розроблене головним чином К. Поппером уявлення про хід наукового дослідження як приріст знання. Цей цикл складається принаймні з таких стадій (етапів): 1) постановка проблеми (див.: **Проблема наукова**); 2) її **аналіз** і висунення **гіпотез**; 3) обґрунтування й селекція гіпотез і формування **наукової теорії**; 4) виникнення нової проблеми тощо.

Навчальне видання

РАТНИКОВ Володимир Сазонович
МАКАРОВ Зоріслав Юрійович

Історія та філософія науки

Хрестоматія

Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів
III– IV рівнів акредитації.

Редактор *Є. Д. Колесник*
Коректор *Л. Я. Шутова*
Комп'ютерна верстка: *Г. А. Пшиков*
Художник *Д. Г. Мацяка*

Підписано до друку 02.11.08 р. Гарнітура Times New Roman
Формат 60/84_{1/16}. Папір офсетний. Друк офсетний.
Ум. друк. арк. 24,18. Наклад 400 прим. Зам. № 404.

ПП “НОВА КНИГА”

21029, м. Вінниця, вул. Квятека, 20
(0432)52-34-81, 52-34-82

E-mail: info@novaknyha.com.ua
www.novaknyha.com.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції ДК № 2646 від 11.10.2006 р.

СПД Маєвський Л. Т.
Свідоцтво № 445652 від 01.06.07
21100, м. Вінниця, вул. Сабарівська, 12



РАТНИКОВ Володимир Сазонович – доктор філософських наук, професор кафедри філософії Вінницького державного технічного університету. Працює у Вінницькому державному технічному університеті з 1979 р. Освіту одержав у Томському й Ужгородському університетах, спеціалізуючись із теоретичної фізики. З 1975 по 1978 р. – в аспірантурі Інституту філософії АН УРСР займається філософськими питаннями природознавства, а з 1990 по 1993 р. – у докторантурі по кафедрі філософії і методології науки Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. У 1979 р. захистив кандидатську, а в 1998 р. – докторську дисертацію з філософії науки.

Викладацьку роботу автор веде з 1971 р. Свій досвід викладання філософії він відобразив у навчальному посібнику «Філософія: стислий конспект лекцій з тестами, завданнями до самостійної роботи та словником основних понять і термінів (для вищих технічних закладів)» (у двох частинах – 2002 та 2007 рр.). В останні роки, крім загального нормативного курсу філософії, автор веде спецкурс «Філософія науки і техніки» для магістрантів. На основі досвіду проведення цього спецкурсу видано навчальний посібник «Основи філософії науки» (Вінниця, 1999).

Сфера наукових інтересів автора – філософія і методологія науки, епістемологія, філософія техніки, аксіологія науки, історія науки. Опублікував понад 90 друкованих праць, у тому числі монографію «Физико-теоретическое моделирование: основания, развитие, рациональность» (Київ, 1995), розділи в колективних монографіях: «Философский анализ особенностей развития современного естествознания» (Київ, 1984); «Развитие оснований физической теории» (Київ, 1989); «Революционные сдвиги в современном физико-математическом познании» (Київ, 1992) та ін.



МАКАРОВ Зоріслав Юрійович – викладач кафедри філософії Вінницького національного технічного університету. Закінчив природничо-географічний факультет Вінницького державного педагогічного університету ім. М. Коцюбинського. На кафедрі працює з 2003 року. Окрім нормативного курсу філософії, також викладає логіку і спецкурс «Філософія науки і техніки». Сфера наукових інтересів – філософія і методологія науки, історія науки, епістемологія.