

В.Г. Кузнецов

**Развитие научной картины мира
в физике XVII-XVIII вв.**

Москва
«Книга по Требованию»

УДК 001
ББК 72
В11

В11 **В.Г. Кузнецов**
Развитие научной картины мира в физике XVII-XVIII вв. / В.Г. Кузнецов – М.: Книга
по Требованию, 2024. – 344 с.

ISBN 978-5-458-57095-4

ISBN 978-5-458-57095-4

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг — не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель — вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания — решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

тому подобных сведений, что научные знания объединяются в цельное научное мировоззрение, которое все ближе и конкретнее рисует объективный мир.

Подобный анализ противостоит неправильному, реакционному в своей основе представлению об истории науки как об «истории заблуждений» и представлению о смене научных идей, как о серии «крахов» типа геологических катастроф Кювье. Вместе с тем история картины мира противоречит традиционализму, представлению о классическом естествознании как об окончательном решении основных проблем, оставившем грядущим поколениям лишь частные доделки. Игнорирование коренного отличия современной картины мира от классической, игнорирование новых идей коренным образом изменивших, конкретизировавших и обобщивших классическое естествознание, так же несовместимо с подлинно историческим подходом к науке, как и игнорирование исторической преемственности научного развития.¹

После этих вводных замечаний перейдем к историческим корням развития научной картины мира в XVII в. В течение предыдущего периода основной движущей силой развития естествознания была начавшаяся в конце XV в. техническая революция, великие географические открытия, мировая торговля, развитие архитектуры, фортификации, кораблестроения, строительство гаваней, дорог и каналов, а также борьба новых общественных классов против феодальных сил, политические и культурные явления, связанные с Реформацией и включавшие крушение духовной диктатуры церкви.

Средневековое ремесло в течение последних десятилетий XV в. было ареной значительных технических сдвигов. Эти сдвиги не оказали такого непосредственного воздействия на характер научных представлений, как мануфактура XVI—XVIII вв., так как здесь еще не было расчленения производства на частичные технологические

¹ Эта книга — первая из трех книг автора, выпускаемых Институтом истории естествознания и техники Академии наук СССР и посвященных развитию научной картины мира в физике XVII—XX в. Последующие книги готовятся к печати. Во второй книге рассматриваются основные идеи классической физики, а в третьей — развитие теории относительности и современной научной картины мира вплоть до наших дней.

операции, раскрывающие простые линейные закономерности. Однако технические сдвиги в средневековом ремесле подготавливали такое расчленение. Вместе с тем они способствовали значительному накоплению сведений о физических и химических процессах, сведений, еще ожидавших рационального истолкования.

Гигантское расширение эмпирической основы представлений о природе принесли с собой великие географические открытия. Еще раньше европейцы заимствовали многочисленные технологические приемы и сведения о природе, накопленные на Востоке, теперь благодаря путешествиям они усвоили множество новых географических, геологических, физических, химических и биологических знаний и новые знания не укладывались в привычные рамки средневековой схоластики.

Великие географические открытия и морская торговля дали толчок мануфактурному производству. С морской торговлей было прежде всего непосредственно связано кораблестроение. Непрерывно изменявшиеся направления и условия морского, а в дальнейшем и океанского транспорта, требовали сравнительно быстрого перехода к новым типам судов. Технический прогресс был настолько быстрым, что, наряду с эмпирической судостроительной техникой, теория корабля стала необходимым условием развития морской торговли и транспорта. Впоследствии появились технические сочинения о постройке кораблей, основанные на теоретических законах механики.

Запросы мореплавания двигали вперед и конструирование физических приборов: подзорные трубы и секстанты нашли первое практическое применение на кораблях. На кораблях и часы стали важным астрономическим инструментом: по ним вычисляли долготу. Производство часов — первого автоматического прибора — было школой наиболее сложных приемов технической механики.

Развитие торговли в Европе потребовало нового транспорта и, в частности, сооружения шлюзов и каналов. Так создавались новые области строительной механики. Старой ее областью была архитектура, которая с древности служила технической базой статики.

Архитектура, фортификация, кораблестроение, строительство гаваней, дорог и каналов были известны и сред-

невековью. Чего не знало раннее средневековье, — это мануфактурного производства. Его развитие объясняет многие характерные черты науки XVII—XVIII вв.

Для механики наибольшее значение имело спорадическое применение машин в мануфактурном производстве. На предприятиях XVI—XVIII вв. применялось большое число механизмов. Широко были распространены устройства, действующие на обрабатываемый предмет давлением при вращательном или поступательно-возвратном движении своих частей: прессы в виноделии, аппретурные станки в текстильной промышленности, прокатные и плющильные станки в металлообработке. Применялись также молоты, приводимые в движение давлением кулака вала на рычаг, воздуходувки, сверлильные аппараты, станки для резания проволоки, шлифовальные станки и т. п. Наряду с древней зубчатой передачей, позднее средневековье знало канатную и ременную передачи. По сравнению с трансмиссиями древности ременная и канатная передачи позволяют охватывать несравненно большее число станков. В связи с этим стали чаще применяться известные древности простые машины: рычаги, блоки, винты, наклонные плоскости и различные сочетания этих элементов. На строительных площадках, в арсеналах, на верфях, горных разработках и мануфактурных предприятиях XVII в. можно было видеть полиспасты, лебедки, различные комбинации блоков и другие механизмы, расчет которых требовал теории простых машин.

Если оценивать технический прогресс в XVII в. со стороны его воздействия на развитие науки, то на первый план выступает энергетика крупных мануфактурных мастерских, верфей, рудников и металлургических заводов.

В XVI в. технические сдвиги состояли преимущественно в широком распространении принципов, осуществленных технической революцией конца XV в. Развитие техники приводит к значительному расширению мастерских, верфей, заводов и горных разработок и к необходимости новых источников движущей силы. Широко распространяются водяные двигатели — исходный пункт развития новых механических знаний.

Примером может служить горное дело. XVII век сохранил большинство конструкций, известных Агриколе,

но в горной механике появились несравненно более крупные и несравненно более разнообразные, чем в XV—XVI вв., устройства для подъема руды, откачки воды и т. д. В результате углубления разработок горные механики убедились в невозможности поднять воду при помощи наземного насоса со слишком большой глубины и столкнулись с другими проблемами механики жидкостей. В связи с горными разработками впервые занялись и изучением проблемы вентиляции, и это привело к исследованиям динамики газов.

В металлургии XVII в. конструкции и приемы, найденные еще в XV в., получили широкое распространение в новых металлургических районах. Доменное производство чугуна, литье из чугуна и передел чугуна в железо распространились в Германии, Италии, Швеции, Франции, России и Англии. Во всех этих странах переходили к более крупным установкам. В XVII в. появились доменные печи, выпускавшие по несколько тонн металла ежедневно. Такие крупные предприятия прежде всего нуждались в механических двигателях для дробления руды, воздуходувок и обработки железа. В производстве кричного железа также требовались большие масштабы и новые конструкции для обработки криц. XVII век — время быстрого развития и широкого применения крупных молотов, приводимых в движение водяными колесами.

Сосредоточение ремесленных инструментов на сравнительно крупных предприятиях, огромные размеры горных и металлургических агрегатов — все это приводило к созданию мощных двигателей. Главным механическим двигателем мануфактуры стало водяное колесо. В XVI—XVII вв. применение водяных мельниц очень сильно расширилось. В строительстве водяных мельниц технический прогресс заключался, главным образом, в переходе от подливных колес к наливным. Увеличение мощности подливных колес, в которых текущая вода ударяла о нижние лопасти вращающегося колеса, было трудным делом. В больших мануфактурных мастерских и на рудниках строили поэтому наливные колеса, в которых вода, кроме удара, действовала также своим весом и в зависимости от обстоятельств подавалась сверху или подвешивалась к средней части колеса.

Переход к наливным колесам имел большое значение для механики, так как они строились вместе с гидротехническими сооружениями, подчас довольно сложными. В сущности говоря, каждое новое крупное наливное колесо заставляло решать всякий раз сравнительно сложную техническую задачу, так как совокупность условий для возведения гидротехнических сооружений редко повторялась.

По мере распространения механических двигателей, трансмиссий, станков и особенно сложных автоматов все чаще встречался тип ученого-механика, известный уже в XV в. Раньше подобный тип был немыслим; до XV в. под механиком подразумевали мастера-эмпирика, а под ученым — комментатора церковных либо аристотелевских книг. Появление людей, которые не были ни цеховыми учеными, ни представителями ремесленной, эмпирической практики, имело принципиальное значение и для техники и для естествознания.

Механики ближе всего стояли к архитекторам. По мере того как гидротехника в широком смысле, т. е. строительство каналов, водопроводов, фонтанов и водяных мельниц, наряду с сооружением домов, храмов, дворцов и крепостей, стала основой развития механики, изменился и характер основных проблем последней. Машины, особенно мельницы, ставили перед механикой твердых тел динамические проблемы.

Вместе с отходом от чисто эмпирических методов производственные знания начинают отрываться от непосредственного выполнения производственных операций. Появляются школы, где учащиеся воспринимают не ремесленные секреты, а некоторые общезначимые сведения. Соответственно развивается научно-техническая литература. В этих школах и в этой литературе переходят от чисто эмпирической рецептуры к разъяснению причинных связей. Школы механических и математических знаний отличаются от университетов и церковных школ, где попрежнему господствует схоластика. В новых школах получают подготовку архитекторы, артиллеристы, фортификаторы, строители, конструкторы. Они группируются при дворах монархов, сооружающих крепости, дворцы, каналы, водопроводы и мануфактурные предприятия; здесь постепенно возникают придворные научные обще-

ства и академии. В центре внимания этих обществ и академий стояли вопросы прикладной, а впоследствии и теоретической механики. Изучая деятельность первых научных академий и труды основателей механического естествознания, мы постоянно видим подтверждение мысли Маркса об исторических корнях механики XVII в. Маркс писал: «Очень важную роль сыграло спорадическое применение машин в XVII столетии, так как оно дало великим математикам того времени практические опорные пункты и стимулы для создания современной механики»¹.

Водяные и ветряные двигатели, насосы, механические трансмиссии и станки, применявшиеся в мануфактурных мастерских, на верфях, заводах и рудниках, автоматические приборы (часы) и артиллерия были областями, откуда исходили наиболее важные для науки импульсы. Механика XVII в. вышла за пределы статических задач. Как было уже сказано выше, наука XVII—XVIII вв. стремилась объяснить все сложные явления природы, механическими аналогиями и понятиями, однако, пока самой механике еще не были известны законы динамики, указанная тенденция не могла привести к построению системы, объясняющей космические явления механическими причинами. Динамика XVII в., подготовленная развитием прикладной механики и особенно применением машин, сформулировала простые законы, которые стали идеалом научного объяснения для всего естествознания на очень долгий срок. Понятия инерции, импульса и ускорения были рамкой, в которую должны были уложиться результаты естественнонаучных наблюдений, сначала астрономических, а затем физических, химических и геологических. Торговля и путешествия вносили свой вклад в непрерывно растущую сумму таких наблюдений, но рамка, в которую они должны были укладываться, подготавливалась мануфактурным производством и определялась лишь в конце XVII в.

Если спорадическое применение машин в мануфактурной энергетике открыло дорогу научным представлениям о рациональной связи между различными формами механического движения, то собственно технологическая

¹ К. Маркс. Капитал, т. I. М., 1953, стр. 356.

сторона мануфактурного производства не могла иметь такого значения. В своей технологии, в применении физико-химических рецептов мануфактуры пользовались ремесленными традициями. Базисом мануфактуры оставалось ремесло. «Этот узкий технический базис исключает возможность действительно научного расчленения процесса производства, так как каждый частичный процесс, через который проходит продукт, должен быть выполнен как частичная ремесленная работа»¹.

В ремесленной физико-химической технологии ремесленные «тайны» были действительными тайнами. Когда в тигель с серебряной рудой бросали соль, колчедан и ртуть, никто в XVII в. не мог бы сказать, каким именно образом получается амальгама. Здесь не было расчленения производства на элементарные пары причин-следствий, где причина и следствие тождественны по своей природе. Чтобы представить себе причинную механическую связь между наличием соли и образованием амальгамы, нужно было показать элементарные перемещения и сочетания атомов вещества. Но до этого было еще очень далеко. Подобный подход к химической технологии появился, в сущности, только у Ломоносова. Для технолога-эмпирика XVII в. причинная связь заменялась таинственным, освященным традицией, эмпирически установленным «влиянием» соли или ртути. С ремесленно-эмпирическим характером физико-химической техники связаны представления о «влияниях», «симпатиях», «принципах» — весь арсенал средневековой магии. Напротив, инженера-механика, архитектора, строителя водяных колес связывает с ученым нового типа именно каузально-механическое представление о природе.

Механику толкала вперед также военная техника. Изобретение пороха и возникшие отсюда технические сдвиги усилили роль прикладной механики в научном развитии. Чисто механические задачи баллистики были одним из основных практических истоков динамики XVII в. Проблема движения свободно брошенного тяжелого тела впервые была поставлена в баллистике. При составлении таблиц для артиллерийской стрельбы необходимо было установить, как движется ядро под влиянием

¹ К. Маркс, Капитал, т. I, стр. 345.

первоначального импульса и силы тяжести. Вычисление траектории ядра оказалось областью, где при помощи теоретических построений было изучено соединение инерционного движения с гравитационным ускорением.

Связь естествознания с производственно-техническими нуждами не объясняет, однако, напряженности и размаха, характерных для разработки механической картины мира, не объясняет конкретных исторических форм идейной борьбы в естествознании XVII в.

Указывая исторические истоки современного естествознания, надо говорить не только о развитии производительных сил, но и о возникновении новых общественных отношений.

Естествознание в XVI—XVII вв. исторически связано с возникновением буржуазных общественных отношений в рамках феодализма, с борьбой буржуазии против феодалов. В XVI—XVII вв., как ни далеко было еще торжество буржуазии, уже сказались некоторые результаты развития капиталистического производства и столкновений между буржуазией и дворянством. Эти результаты заключались, в частности, в развитии научных интересов и науки.

«...Вместе с расцветом буржуазии шаг за шагом шел вслед гигантский рост науки. Возобновился интерес к астрономии, механике, физике, анатомии, физиологии. Буржуазии для развития ее промышленности нужна была наука, которая исследовала бы свойства физических тел и формы проявления сил природы. До того же времени наука была смиренной служанкой церкви, и ей не было позволено выходить за пределы, установленные верой: короче — она была чем угодно, только не наукой. Теперь наука восстала против церкви; буржуазия нуждалась в науке и приняла участие в этом восстании»¹.

Классовая борьба сообщила культуре того времени боевой характер, смелость и широту. В этой атмосфере механические знания стали механическим мировоззрением. Его создатели не только отвечали своими работами на запросы составителей календарей, строителей и артиллеристов, они боролись за освобождение общества от отживших сил.

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. XVI, ч. II, стр. 296.

Воздействие классовой борьбы на развитие естествознания было достаточно сложным. Экономически и политически вызревая в недрах феодального общества, буржуазия была враждебна этому обществу. Она готовилась к атаке, направленной против феодальных порядков; ее борьба за новый общественный строй сливалась с широкими народными движениями. Передовые деятели буржуазных революций и предреволюционных освободительных движений «не видели (отчасти не могли еще видеть) противоречий в том строе, который вырастал из крепостного»¹. Они «были всем чем угодно, но только не людьми буржуазно-ограниченными»² и наносили сокрушительные удары духовному центру европейского феодализма — католической церкви. И вместе с тем удачливые выходцы из буржуазии, рыцари первоначального накопления обивали пороги королевских дворцов, искали соглашения с феодалами, страшились широких народных движений, жестоко расправлялись с наиболее прогрессивными деятелями своего времени, и в лице откупщиков объединялись с иезуитами для борьбы против революции. Чем последовательнее и решительнее буржуазия боролась против старого общества, чем с большим правом она выступала от имени народа, чем больше буржуазная общественно-философская мысль отражала интересы и чаяния широких масс, тем внушительнее и прогрессивнее было воздействие буржуазии на те конкретные исторические формы, которые принимало естествознание в XVII—XVIII вв. Недаром Энгельс в известных замечаниях об истоках современного естествознания указывает на восстания крестьян, за которыми «показались предшественники современного пролетариата с красным знаменем в руках и с требованием общности имущества на устах»³. Это не нейтральный исторический «фон», а реальные исторические корни, объясняющие остроту борьбы между наиболее прогрессивными направлениями науки и реакцией.

Главным врагом науки была католическая церковь. В свою очередь наука — и прежде всего обобщающий

¹ В. И. Ленин. Соч., т. 2, стр. 473.

² Ф. Энгельс. Диалектика природы. Госполитиздат, 1952, стр. 4.

³ Там же, стр. 3.

результат научного эксперимента, эмпирических наблюдений и математического анализа, обобщающий результат всех путей и методов научного творчества — физическая картина мироздания — была арсеналом борьбы против церкви. Литературно-художественная деятельность гуманистов, пробуждавшая в обществе чувства и мысли, несовместимые с церковным авторитетом, Реформация, отвоевавшая у католицизма целые страны, и, наконец, прорвавшая оболочку деизма, прямая, смелая и, как говорили перепуганные реакционные историки, «разнужданная» атака мыслителей XVIII в. на религию — все это расчищало дорогу науке. В свою очередь картина бесконечной Вселенной, управляемой простыми механическими законами, нарисованная Коперником, Галилеем, Декартом, Ньютоном, Ломоносовым и другими корифеями естествознания, стала мощной общественной силой, которую борющиеся стороны оценили в полной мере в драматические моменты, когда Бруно сделал антиатеологические выводы из коперниканства, когда Вольтер, распространяя идеи Ньютона, требовал «раздавить гадину» — католическую церковь, когда Радищев, опираясь на выводы науки, на ломоносовскую традицию в науке, призывал громы народной революции на церковь и самодержавие.

Исходным пунктом картины мира, созданной в XVII в. Галилеем и его продолжателями, было появившееся в середине предшествовавшего столетия учение Коперника. Оно содержало доказанную всем последующим развитием науки кинематическую схему солнечной системы, ставшую отправной точкой развития небесной механики и позволившую в конце концов применить понятия земной механики к космосу. Вместе с тем система Коперника, бросившая вызов церковному догмату и схоластической традиции, была началом непрерывных сражений между естествознанием и силами средневековья. С самого своего возникновения коперниканство было связано с идейным развитием европейского общества. Отражая широкие, охватившие все цивилизованные страны, идейные влияния, коперниканство вместе с тем в своем генезисе и исторических судьбах запечатлело расцвет польского гуманизма. Еще в XV в. сопротивление агрессии тевтонского ордена вызвало в Польше широкий и длительный обще-