**Физические концепции Cредневековья и Возрождения**

**Социокультурные особенности развития науки в эпоху Средневековья**

Внутренние (непроизводительный рабский труд, презрение свободных граждан к труду, восстание рабов и т.д.) и внешние (нашествие варваров) причины привели к распаду Римское государство. Античная цивилизация погибла, многие культурные и научные достижения были утрачены. Организованной силой сохранилось христианская церковь, сумевшая быстро приспособиться к происшедшим изменениям. Становление нового, феодального уклада во многом осуществлялось с опорой на христианство. Римская эпоха мало что дала теоретической науке, но она оставила богатый опыт в военном, техническом и административном деле, который, на ряду с латинской грамотой, осваивался завоевателями. Постепенно создавались школы, колледжи, университеты, попавшие под влияние церкви. В монастырях оказались сосредоточенными труды древних авторов. Колледжи, монастыри и университеты превращались в центры новой западноевропейской культуры. В это время на Ближнем Востоке на основе ислама было создано на Аравийском полуострове сильное арабское государство, быстро завоевавшее Иран, Египет, страны Среднего Востока, юг Пиринейского полуострова. Поскольку основной задачей арабов было совершенствование военного дела, сбор даней и разнообразных податей, то производством, торговлей занимались представители коренных народов. И хотя арабский язык стал государственным языком, завоеватели сохраняли культуру завоеванных народов. На арабский язык были переведены труды античных авторов. Стали создаваться университеты в Кордове (755 г.), Багдаде (795 г.), Каире (972 г.). Для сравнения образование университетов в Европе: в Монпелье (1180 г.) Винченце (1205 г.), Ареццо (1215 г.), Падуе (1222 г.), Тулузе (1229 г.), Гренобле (1339 г.), Праге (1348 г.), Флоренции (1349 г.), Кракове (1368 г.). Важно подчеркнуть, что влияние ислама в арабских университетах было слабее, чем христианства в западно-европейских университетах. Таким образом, арабы в VII- XI вв. были звеном, связывающим восточную и западную культуру. Многие труды античных авторов на латинский язык переводились с арабского языка. Тот факт, что в качестве языка культурного общения на Арабском Востоке использовался живой разговорный язык, а не мертвый латинский (как в Европе), был важным культурным фактором. Кроме того, распространение среди арабов суфизма, обязывавшего мусульман исповедовать три обязательных догмата - веру в Аллаха, в его пророков и загробный суд, - давало больше свободы для решения проблем естествознания, благодаря чему на Арабском Востоке могли развиваться научные представления, в основе которых лежало научное наследие античности. Начавшись с комментариев трудов античных авторов (прежде всего в области механики и оптики), физические учения приобретали самостоятельный вид. Наиболее значительными фигурами среди арабских ученых были Ибн Сина, аль-Бируни и Ибн Рушд.

**Основные физические цели Средневековья**

Аль-Бируни изобрел "конический прибор", позволявший определять плотность металлов и других веществ, причем с весьма высокой точностью.[[1]](#footnote-1) (Вклад аль-Бируни в развитие астрономии описан в разделе "Концепции астрономии".)

Ибн Рушд, известный в Европе под именем Аверроэс, дан комментарий к "Физике" Аристотеля. В античной механике проблемы различия между кинематикой и динамикой не существовало. В античной механике математической формулировки скорости движения не было, ибо само представление о возможности количественной оценки качественной определенности отсутствовало (Аристотель эти категории считал принципиально различными). Одни интерпретаторы Аристотеля полагали, что движение надо рассматривать лишь как чистое перемещение . Ибн Рушд настаивал на необходимости описывать движение с учетом вызвавших его причин.

В области физических учений Ибн Сины (980-1037), которого в Европе называли Авиценной, связано с проблемой движения брошенного тела. По данной проблеме он разработал собственную концепцию, суть которой заключается в признании того, что движимое получает склонность от движителя. По Ибн Сине, существуют три вида склонностей: психическая (связанная с жизнью), естественная и противоестественная (насильственная). Естественная склонность присуща свободно падающим телам. Противоестественная склонность (или приложенная сила) присуща противоестественно движущимся телам, причем ее действие зависит о величины веса тела, которому она сообщена. Ибн Сина утверждал, что противоестественная склонность ощущается как сопротивление насильственной попытке остановить естественное движение или перевести один вид противоестественного движения в другой. Если насильственное движение снаряда вызвано действующей в пустоте силе, то оно должно силой, то оно должно сохраняться, не уничтожаясь и не прерываясь. Если же сила существует в теле, то она должна либо оставаться в нем, либо исчезнуть. Но если она остается, то движение будет продолжаться непрерывно. Признание действия зависимости противоестественной склонности от величины веса тела, которому она сообщена, было шагом к количественной оценке склонности.[[2]](#footnote-2) Аристотелевские представления о роли воздуха в передаче движения Ибн Синой были отвергнуты. Таким образом, Ибн Сина полагал, что в теле может быть только одна "склонность". Веком позже аль- Баркат утверждал возможность одновременного существования в одном теле разных "склонностей" - при свободном падении тяжелого тела источник естественной склонности находится в самом теле и поэтому может непрерывно действовать, пока тело не достигнет своего естественного места.

В XIII веке к анализу данной проблемы обратился Фома Аквинский, который отрицал возможность передачи телу самостоятельной способности движения. У. Окхэм проблему брошенного тела свел к чисто кинематической задаче, снимая вопрос об источнике движения, а Ж.Буридан, выявив противоречия аристотельской трактовки проблемы, формирует физическое представление о зависимости напора от скорости перемещения и "количества материи", заключенного в движущемся теле, солидаризировавшись с концепцией аль-Барката.

Достижения в области оптики эпохи средневековья связаны прежде всего с именами аль-Хайсама, известного в Европе как Альхазен. Он создал капитальный труд "Сокровище оптики", оказавший большое влияние на развитие этой области физики. Он впервые дал анатомическое описание глаза и разработал концепцию, в соответствии с которой зрение вызывается лучами, приходящими в глаз от объектов, а изображение формируется внутри хрусталика прежде, чем достигнет оптического нерва. Рассматривая свет как поток частиц, Альхазен отражение света трактует как механическое явление. Установив, что нормаль к поверхности зеркала, падающий и отраженный лучи находятся в одной плоскости, он усовершенствовал формулировку закона отражения. В Западной Европе оптические исследования начинаются в XIII веке. Р.Гросетет разрабатывает геометрическую теорию происхождения радуги как эффекта преломления света в каплях воды и концепцию прямолинейного распространения света и звука на основе представления их как волн - отражение света рассматривалось по аналогии с эхом. Несомненным достижением было и изобретение в XIII веке очков, но оно не основывалось на каких-либо теоретических разработках . К достижениям следует отнести и исследования магнетизма П. де Марикура (Перегрина), который высказал мысль о том, что стрелка компаса поворачивается не к Полярной звезде (как думали древние китайцы), а к полюсу.

При оценке результатов развития физических представлений в эпоху средневековья большинство историков науки исходит из того, что за это время ни в одной из областей физики не было разработано ни одной последовательной физической теории, ни эффективных экспериментных методов. Теоретические построения отличались абстрактностью. Технические достижения не основывались на теоретических разработках, теория и практика разобщены. Новая физика существовала лишь в потенции - в отдельных, не всегда отчетливых догадках, идеях. Но религиозные предрассудки (как христианства, так и ислама) не дает возможности им раскрыться. Умственная деятельность остается еще подчиненной религиозным догматам. В физике отсутствовали развитые количественные оценки. Однако развитие деловой жизни требовало качественных расчетов все больше и больше. Феодальная система хозяйства обнаруживала признаки разложения. Зарождавшиеся новые экономические отношения способствовали техническому прогрессу главным образом за счет рационализации труда. Медленное, но постепенно ускоряющееся развитие техники и научных запросов готовил почву для возникновения новой общественно-экономической формации. Можно сказать. что наука развивалась вслед за развитием зарождающегося капитализма, усиливая свое влияние на этот процесс.

**Эпоха Возрождения**

**Влияние потребностей практики и инженерии на развитие физики**

Развитие новых общественных отношений в XV-XVI вв. сопровождалось усилением интереса к экспериментальному и математическому естествознанию. Изменения в технических приемах опережало их теоретическое осмысление. В XVI веке изобретаются гидравлические насосы, плотины, пресс для чеканки монет, вязальная машина и т.д. Эти технические изобретения демонстрировали, с одной стороны, роль инженерии, а с другой - ставили перед естествознанием новые проблемы, требовавшие физического эксперимента (проблема трения в машинах, проблема надежности инженерных сооружений и т.д.). Таким образом, материальные потребности капиталистического экономического развития вели к совершенствованию технических приемов (в горном и военном деле, мореплавании и т.д.). Это обусловливало использование новых материалов и процессов, что, в свою очередь ставило проблемы, которые существовавшая ранее наука разрешить не могла. Развивавшееся мореплавание раздвигало горизонт прежнего опыта и усиливало потребность в его расширении и обогащении. Сочетание социально-экономических и технических факторов вызывало сдвиг в сознании, усиливало потребность в выработке новой философии, отрицавшей роль авторитета (как религиозных доктрин, так и античных учений) и утверждавшей приоритет научного доказательства. Под воздействием происходящих изменений схоластика постепенно сдает свои позиции, идет процесс накопления знаний о свойствах реальных объектов. В рамках физического знания наибольшее развитие получают механика и оптика.

**Экспериментальные физические исследования Леонардо да Винчи**

Экспериментальные исследования данного времени в значительной мере связываются с именем Леонардо да Винчи. Исследователи его творчества полагают, что ничего существенно нового в развитие теоретической механики он не внес. Его сила заключалась в разнообразной экспериментальной деятельности. При этом важны оказывались не столько результаты экспериментов, сколько сама нацеленность на эксперимент как главный источник знания и технику постановки эксперимента. Важные эксперименты были поставлены им по проблемам падения тел, влиянию движения тела на силу удара, испытанию на разрыв, трению тел. В области исследования трения между твердыми поверхностями ему принадлежит заслуга выведения из поставленных им экспериментов закона трения, гласившего: "Каждым тяжелым телом побеждается сопротивление трения весу, равное четвертой части этого веса". Открытие этого закона было важным вкладом в развитие экспериментальной механики. Историки науки совершенно справедливо склонны важность открытия этого закона усматривать прежде всего в том, что впервые закон был открыт в результате физического эксперимента - и в этом смысле Леонардо значительно опережал свое время не столько результатами исследования, сколько пониманием задач, возникавших под влиянием бурного развития техники. Сама постановка подобных экспериментов, демонстрировавшая их огромные возможности, стимулировала интерес к экспериментальной физике.

Противопоставив схоластике опытное знание, Леонардо, таким образом, заложил основы экспериментального метода естествознания, открывающего широкие перспективы для использования математики. "Мудрость есть дело опыта" и “Нет достоверности в науках, не использующих математики" - эти провозглашенные им принципы являются двумя сторонами его метода. И в этом смысле Леонардо справедливо рассматривается как предшественник современного естествознания.

Использование своего метода позволило Леонардо сформулировать важные положения. Аристотельская физика исходила из того, что движение для своего сохранения требует силы. Леонардо в противоположность этому свидетельствует, что всякое движение стремится к своему сохранению, т.е. движущееся тело движется до тех пор, пока в нем сохраняется сила его движения. Это утверждение уже означало существенное продвижение в понимании природы движения от аристотельских положений к открытию закона инерции - Леонардо устанавливает факт существования инерции, инерционного движения. Причиной движения является сила, причиной силы выступает движение. Сила рождается при внезапном увеличении тела (так при выстреле из пушки выталкивается ядро), а также путем скручивания и сгибания тел вопреки их естественному состоянию (на этом основано движение баллисты, лука). По мнению академика С.И. Вавилова, Леонардо является зачинателем фотометрии как точкой измерительной науки. Многочисленные опытные наблюдения Леонардо имели принципиально важное значение для последующих теоретических разработок (принцип суперпозиции, телескопический эффект и т.д.), но они не были использованы в полной мере его современниками. Тот факт, что его записи велись зашифрованным способом, а также то, что в рамках потребностей практики того времени многие его замыслы не могли быть реализованы, определили невостребованность его идей. Дж.Бернал охарактеризовал судьбу идей Леонардо: "Изучение бесчисленного множества механических аппаратов, предложенных и обрисованных Леонардо, начиная от прокатных станов до подвижных землеройных машин, раскрывает другой аспект трагедии его гения. Он мог изобретать машины чуть ли не для любой цели и рисовать их несравненно хорошо, однако почти ни одна из них и ни одна из наиболее важных не смогла бы работать, даже если бы он сумел найти достаточно денег, чтобы их сделать. Без количественного знания статики и динамики, без использования первичного двигателя вроде паровой машины инженер эпохи Возрождения фактически не мог даже выйти за пределы, установленные традиционной практикой. Заслуга его заключается не столько в том, что он сделал для развития машин, сколько во внушении образованному миру идеи о том, что действия природы могут быть объяснены с помощью механики."[[3]](#footnote-3)

**Влияние гелиоцентрической концепции Н.Коперника на развитие физики**

Исследования в области механики в эпоху Возрождения были связаны прежде всего с астрономией. Дело в том, что невозможно развивать механику без учета закономерностей движения небесных светил, постоянно повторявшихся веками в астрономических наблюдениях, и в том, что развивать астрономию вне механики движения этих небесных светил было нельзя. Именно астрономии было суждено осуществить переворот в античном стиле мышления. И этот переворот был осуществлен Н.Коперником , поставившим проблему соответствия между сущностью движения и его восприятием. В основу решения проблемы он проложил тезис, который в настоящее время называют "принципом относительности восприятия". Суть его заключается в том, что всякое видимое изменение положения происходит вследствие движения либо наблюдаемого предмета, либо наблюдателя, или вследствие неодинакового перемещения их обоих (поскольку при равном перемещении наблюдаемого и наблюдателя в одну сторону движение будет незаметно). Описательная астрономия к этому времени накопила достаточно наблюдений и располагала достаточно точными математическими методами, позволяющими проверять гипотезы с помощью вычислений.

Основной замысел Коперника заключался в том, чтобы построить механическую модель Солнечной системы, согласующуюся с наблюдениями и дающую целостное представление о Вселенной. Поскольку движение Земли на видимой картине сферы неподвижных звезд никак не отражалось, Коперник представил, что данная сфера по сравнению с размерами орбиты Земли бесконечно велика - Земля относится к Вселенной как атом к телу. Ситуацию с кажимостью вращения Вселенной вокруг Земли для наблюдателя, находящегося на Земле, он сравнивает с аналогичной ситуацией, когда наблюдателю, находящемуся на корабле, кажется, что он находится в состоянии покоя, а все находящиеся вне корабля движется.

Таким образом, критический дух, внесенный Коперником в астрономию, позволил ему отвергнуть точку зрения здравого смысла но то, что казалось само собой разумеющимся, а именно тот факт, что Земля неподвижна, а вокруг нее движутся небесные светила. В его труде "Об обращении небесных сфер" высказана мысль о необходимости отличать гипотезы, отражающие подлинную действительность, от ложных гипотез. Именно это позволило Копернику не только обосновать гелиоцентрическую систему, но и научный метод построения и проверки гипотез. (Об астрономическом смысле системы Коперника см. раздел "Концепции астрономии").

Гелиоцентрическая концепция Коперника явилась важной научно-исследовательской программой, поставившей целый ряд проблем. Прежде всего обнаружилась необходимость проверить данную концепцию на предмет ее соответствия фактам, т.е. надо было установить соответствие результатов наблюдения тем положениям, которые выдвигала концепция. Для этого надо было иметь усовершенствованную наблюдательную и вычислительную технику - ее надо было создавать, ибо традиционные наблюдения невооруженным глазом с помощью визиров, угломеров невысокой точности и т.д. и обычная арифметическая техника (без десятичных дробей и логарифмов) не соответствовали данной задаче. Кроме того, необходимо было выявить физические причины движения небесных тел. Традиционная статика решение этой задачи не обеспечивала, поэтому возникла потребность в развитии динамики и соответствующего математического аппарата. Надо было также опровергнуть выдвигавшиеся против гелиоцентрической концепции возражения, особенно возражения против вращения Земли (в числе ее противников были Ф.Бекон, Тихо Браге). Но прежде всего важно было обеспечить прочное вхождение данной концепции в науку, чему сопротивлялась церковь. Этому в значительной мере способствовал Д.Бруно. В своих диалогах "Пир на пепле" и "О бесконечности Вселенной в мирах" средневековым представлениям о конечной Вселенной он противопоставил концепцию бесконечной Вселенной.

Коперник придерживался аристотелевской концепции относительно отличия "естественного" движения Земли и насильственных" движений на ее поверхности. Бруно исходит из того, что не существует деления движений на "естественные" и "насильственные" - все находящиеся на Земле тела относятся к одной механической системе, все они движутся вместе с Землей. В противном случае было бы невозможно, например, подпрыгнуть и после этого вернуться на прежнее место. Аристотелевские физические возражения против существования пустоты также были отвергнуты Бруно - он исходил из того, что движение в бесконечном пустом космосе не имеет никаких препятствий. В силу бесконечности космоса, по Бруно, у него не может быть центра, центром может быть признана любая точка космоса.

Заключая краткий обзор развития физических концепций эпохи Возрождения, можно сказать, что в это время была сокрушена аристотелевская физическая картина мира, поставлена задача выработки отражающей реальные свойства действительности физической концепции, а потребности технического прогресса привели к созданию основ физического эксперимента.

1. Об устройстве "конического прибора". см.: Дорфман Я.Г. Цит.соч. С.93. [↑](#footnote-ref-1)
2. См.: Дорфман Я.Г. Цит. соч. С.100. [↑](#footnote-ref-2)
3. Бернал Дж. Наука в истории общества. М.,1956.С.215. [↑](#footnote-ref-3)