

## **К 250-ЛЕТИЮ СО ДНЯ СМЕРТИ ИСААКА НЬЮТОНА**

31 марта 1977 г. исполнилось двести пятьдесят лет со дня смерти великого английского ученого Исаака Ньютона. Он родился 4 января 1643 г. в деревне Вулсторп в семье небогатого фермера. Своего отца Исаак никогда не видел: тот умер незадолго до рождения сына. Ребенок был необычайно хил и мал, и не надеялись, что он выживет. Вопреки таким предположениям, Ньютон прожил 85 лет, отличаясь хорошим здоровьем. Через три года после рождения Исаака мать вторично вышла замуж за пастора Смита и переехала жить к мужу в Норт-Уитам. Маленький Исаак остался в Вулсторпе на попечении бабушки. Здесь в сельской школе он научился читать, писать и считать. В двенадцать лет его определили в школу в городок Грэнтэм, где он стал жить в семье аптекаря Клэрка. В доме Клэрка Ньютон подружился с воспитанницей аптекаря маленькой мисс Сторей. Эта детская дружба позднее перешла в любовь, и намечался брак. Однако материальная необеспеченность помешала Ньютону жениться на мисс Сторей, и он до конца своей жизни остался холостяком.

В восемнадцать лет (1661 г.) Ньютон переезжает в Кембридж. 5 июня он был принят в Тринити-колледж в качестве субсайзера (так назывались бедные студенты, выполнявшие для заработка обязанности слуг в колледже). В течение 35 лет Ньютон находился в Кембридже, сначала в качестве студента, а потом профессора Тринити-колледжа. В 1672 г. Ньютон был избран членом Лондонского Королевского общества, а в 1696 г. переехал в Лондон. Здесь он 30 лет руководил Монетным двором. В 1703 г. Ньютон был избран президентом Лондонского Королевского общества и состоял им до конца жизни.

Исаак Ньютон умер 31 марта 1727 г. и был похоронен в Вестминстерском аббатстве — пантеоне великих людей Англии.

Годовщина смерти мыслителя обычно служит поводом для итоговой характеристики его творческого пути, для ответа на вопрос: что дал он науке. Но оборвавшаяся жизнь ученого не прекращает эволюции его научных идей. Они продолжают жить, они развиваются. В данном случае речь идет об ученом, творчество которого оказало определяющее влияние на развитие научных идей в области физико-математических наук в течение двух с половиной веков вплоть до наших дней.

Удивительной разносторонностью интересов и занятий Ньютона объясняется, в частности, то обилие научных дисциплин, которые берут от него свое начало. Классическая механика, теория тяготения, учение о свете, дифференциальное и интегральное исчисления и многое другое — все это начинает свое летоисчисление от Ньютона. Великие открытия Ньютона не возникли сами по себе. Они были подготовлены плодотворной деятельностью ряда выдающихся ученых прошлого. Его фундаментальные труды преемственно связаны с физическими и математическими идеями таких корифеев науки, как Коперник, Кеплер, Галилей, Декарт и Гюйгенс. «Если я видел дальше других, то потому, что стоял на плечах гигантов» — это высказывание самого Ньютона.

Основной труд Ньютона «Математические начала натуральной философии», вышедший первым изданием в 1687 г. (и затем еще два раза при жизни автора в 1713 и в 1725 гг.), принадлежит к числу произведений, которые стали вехами не только истории науки в целом, но в значительной мере и истории всего духовного развития человеческого общества.

Великий французский ученый Ж. Л. Лагранж назвал эту книгу «величайшим произведением человеческого ума», а А. Эйнштейн, обращаясь к Ньютону, писал: «Ты нашел единственный путь, возможный в твоё время для человека величайшей научной творческой способности и силы мысли»<sup>1</sup>.

Исходное определение «Математических начал» — определение массы как количества материи. Масса, по словам Ньютона, пропорциональна весу. Историческое значение констатации пропорциональности между весом и массой чрезвычайно велико. Эта пропорциональность была и остается основой теории тяготения. Физика и химия также получили в этой констатации основу дальнейшего развития. Поскольку вес пропорционален количеству материи, открывається широчайшая возможность количественного эксперимента в области теории вещества. Далее количественная определенность всех понятий, связанных с весом, открывает дорогу положительной математической разработке экспериментального естествознания. И, наконец, в картине мира, где материя измеряется массой, а вес пропорционален массе, не остается места для невесомых флюидов. Вернее, они оказываются чужеродным понятием в естествознании, развивающемся на основе механики Ньютона.

Вслед за материей Ньютон определяет с количественной стороны движение и затем говорит об инерции и о силе. После указанных определений идет «Поучение», в котором вводится понятие абсолютного пространства — неподвижного, независимого от тел; и абсолютного времени, которое течет независимо от происходящих в мире процессов. В следующей главе «Аксиомы и законы движения» содержатся знаменитые законы механики Ньютона. Они соответствуют данным ранее определениям массы, скорости, силы, инерции, пространства и времени, но не повторяют их. Это — аксиомы, однозначно связывающие между собой измеримые величины. Первый закон относится к телу, предоставленному самому себе. Такое тело будет продолжать свое состояние покоя или движения, причем в последнем случае будет продолжать его как прямолинейное и равномерное. Вторым закон — это закон пропорциональности ускорения и силы, а третий — закон равенства действия и противодействия. Затем Ньютон выводит ряд следствий из этих законов и среди них — принцип относительности прямолинейного и равномерного движения. Система отсчета, в которой тело, предоставленное самому себе, движется прямолинейно и равномерно, это — инерциальная система. Иногда такие системы называют галилеевскими. Принцип относительности классической механики состоит в утверждении, что законы остаются справедливыми для любых систем отсчета, которые движутся поступательно и равномерно относительно какой-либо инерциальной системы и, следовательно, относительно друг друга. В равноправности всех таких систем и состоит ньютоновский принцип относительности.

Ускоренное движение дает, по мнению Ньютона, прямые доказательства своего абсолютного характера. Такое доказательство состоит в появлении сил инерции, в частности, центробежной силы, которая поднимает воду к краям ведра, когда ведро вращается, и не поднимает его, если мир будет вращаться вокруг ведра. Этот приведенный в «Началах» пример

<sup>1</sup> А. Эйнштейн. Собрание научных трудов, т. 4. М., «Наука», 1967, стр. 270.

вращающегося ведра стоял в центре многолетних, до настоящего времени не затихших дискуссий об относительности вращения. Ньютон положил его в основу своей концепции абсолютного пространства. Центробежная сила, по мнению Ньютона, доказывает, что движение планет имеет абсолютный характер. Из ньютоновского тезиса о проявлениях абсолютного движения прямо вытекает, что движение планет по криволинейным орбитам есть абсолютное движение, так как планеты испытывают стремление удалиться от центра орбиты.

Наряду с понятием абсолютного пространства, выводимого из концепции сил инерции, у Ньютона было понятие абсолютного времени, связанного, как это стало ясным в дальнейшем, с идеей мгновенного распространения сил. В механике Ньютона гарантией такой независимости времени от движения, гарантией существования времени, единого для всей Вселенной, служит мгновенное распространение взаимодействий. Если основа ньютоновской абсолютизации пространства состоит в силах инерции, в возникновении сил, не связанных с взаимодействием тел, то основа ньютоновской абсолютизации времени — это мгновенное действие на расстоянии. Мгновенное распространение взаимодействий — более общая и фундаментальная идея классической физики, чем действие на расстоянии в обычном пространственном смысле, т. е. игнорирование среды, передающей взаимодействие тел.

Универсальное, мгновенно распространяющееся взаимодействие тел выражается в их тяжести. Из равенства ускорений всех падающих тел, доказанного многочисленными экспериментами, Ньютон выводит, что веса тел, равноотстоящих от центра Земли, относятся как количества материи или массы тел. При одном и том же расстоянии от центра Земли силы, с которыми тела притягивают к себе Землю, соответственно также пропорциональны массам. Отсюда следует, что сила тяготения, исходящая от тела, складывается из силы тяготения его частей. Поэтому все земные тела притягиваются друг к другу с силой, пропорциональной количеству материи, массе каждого тела.

Установив свойства земного притяжения, Ньютон приходит к определению тяготения в небесном пространстве. Из прямолинейности инерционного движения следует, что к телам, движущимся по кривым линиям, приложены некоторые силы. Планеты, которые непрерывно уклоняются от прямого пути и описывают криволинейные орбиты, находятся под действием силы, которую можно назвать центростремительной по отношению к движущемуся телу или притяжением по отношению к центральному телу. Ньютон далее доказывает, что если несколько тел движется так, что квадраты времени обращения пропорциональны кубам расстояний этих тел от общего центра, то силы тяготения, испытываемые телами, обратно пропорциональны квадратам расстояний. Соответственно, из силы взаимного тяготения небесных тел Ньютон выводит законы Кеплера, которым подчинены движения планет.

Огромный вклад внес Ньютон в развитие физики. Для физики XIX в., а следовательно и для ее дальнейшего развития, первостепенное значение имело выдвинутое Ньютоном учение о свете. Оно было связано с конструированием больших телескопов — рефракторов, где лучи звезд преломлялись в оптических стеклах. Изучая преломление лучей в рефракторах, Ньютон обнаружил хроматическую aberrацию, состоящую в том, что лучи разных цветов собираются в разных фокусах сзади объектива рефрактора. Для того, чтобы избежать подобной aberrации, Ньютон предложил заменить рефракторы отражательными телескопами — рефлекторами.

После сооружения отражательного телескопа Ньютон изложил одно из своих величайших открытий, представив Лондонскому Королевскому об-

шеству, куда он был принят после создания телескопа, доклад «Новая теория света и цветов». Этот доклад был результатом замечательных оптических экспериментов. В руках Ньютона эксперимент стал настолько точным и плодотворным орудием познания, что вся предшествующая экспериментальная физика кажется предысторией ньютоновских работ.

Открытие Ньютона было началом почти непрерывного потока оптических экспериментов — одного из основных фарватеров физики XVIII—XX в.в. Подобным экспериментам сопутствовало и на них опиралось развитие теории света. Идея Ньютона — корпускулярная природа света, существование частиц света, движение которых подчинено законам механики, в XIX в. уступила место иной концепции — волновой теории света — представлению о свете как о волнах в эфире, явившемуся результатом ряда новых оптических экспериментов.

Сложную, неоднозначную ткань нерешенных проблем, обращенную в будущее, вопрошающую тенденцию в творчестве Ньютона видно и в его математических идеях, прежде всего, в идее анализа бесконечно малых. Эта идея вела науку дальше, чем шли собственно механические концепции Ньютона, дальше, чем феноменологическая теория тяготения.

Математическим обобщением, позволяющим перейти к высшему взлету механической концепции мира, были понятия производной, дифференциала и интеграла — основания анализа бесконечно малых.

Создавая анализ бесконечно малых, Ньютон шел от понятия производной. Прообразом ее была переменная скорость тела, движущегося под действием силы.

Если тело движется по инерции, то законом, связывающим положение тела с временем, служит линейная зависимость этого положения от времени. Скорость на всем отрезке постоянна, она совпадает со скоростью в точке, и путь тела получаем, умножив протекшее время на эту неизменную скорость. Если же тело движется под влиянием неизменной силы, то постоянным является не скорость, а ускорение.

Ньютон обобщает понятие пути, пройденного частицей, и ее скорости и вводит понятие флюенты (переменной) и флюксии (скорости изменения флюенты, т. е. производной этой переменной). У Ньютона не было отчетливого представления о флюксии как о предельном отношении приращения зависимой переменной и ее аргумента. Но Ньютон указал путь, ведущий к такому представлению, введя понятия, которые дали возможность сформулировать концепцию бесконечно малых переменных величин и производной как их предельного отношения.

Представление о флюксии как предельном отношении (вернее, тенденция, ведущая к такому представлению) у Ньютона уживалась с иной тенденцией — с идеей бесконечно малых величин, рассматриваемых как непротяженные, но обладающие определенным отношением друг к другу. Когда Ньютон говорит о первых и последних отношениях, то иногда неясно, имеет ли он в виду предельное отношение переменных величин или же отношение предельных постоянных значений.

В целом, Ньютон склоняется к идее предельных отношений между величинами, которые остаются переменными и никогда не достигают своих пределов. Но в этом вопросе строки «Метода флюксий» и «Начал» лишены полной определенности. У Ньютона теория пределов существовала не в виде законченной концепции, а в виде некоторой программы или тенденции; была известная разногласия в вопросах понимания и обоснования бесконечно малых.

Мысль о разногласии в учении Ньютона противоречит традиционно представляемому о ньютоновой системе как об истине в последней инстанции и об абсолютной точности ньютоновых категорий. Тем не менее одно-

значность формул в «Началах» сочетается с разнообразными кинетическими гипотезами «Оптики» и с неопределенными версиями «Метода флюксий».

Идеи Ньютона казались последующим двум столетиям еще более окончательными, чем идеи Аристотеля средним векам. Но известно, что живая, незастывающая струя поисков и подходов пробивалась и через творчество Аристотеля. Эта струя проходит через всю историю науки.

Ньютон построил первую научную картину мира. Его теория прочно опиралась на известные в XVII в. многочисленные опытные факты и вполне удовлетворительно объясняла механические процессы, происходящие в природе.

Ньютоновская механика и основные принципы, на которые она опирается, с теоретической и практической точек зрения оказались столь безупречными, что на протяжении двух столетий, до конца XIX в., они служили программой всех исследований в области точного естествознания. Современная аналитическая механика с ее мощными методами исследования, созданная на протяжении XVIII—XX вв., полностью базируется на законах Ньютона. Небесная механика, опирающаяся на аксиоматику ньютоновской механики, в особенности на закон всемирного тяготения, в настоящее время владеет средствами, позволяющими определить движение тел солнечной системы во всех подробностях, построить основы звездной астрономии, космической механики и техники, гравиметрии, космогонии, теории равновесия вращающихся жидких масс. Ньютоновская механика является фундаментом важнейших разделов современной механики (теории гироскопов, инерциальной навигации, гидромеханики, аэромеханики, теории упругости, теории пластичности и т. д.).

Базой развития современной механики (как и ньютоновской механики XVII в.) является математический анализ, начало которому положено Ньютоном и Лейбницем.

Следует подчеркнуть исключительное значение механики для развития правильного диалектико-материалистического понимания природы. Современная механика убедительно свидетельствует в пользу органической связи между материей, движением, пространством и временем — основой учения о пространстве и времени как всеобщих формах существования движущейся материи. В этом смысле абстракции, допущенные Ньютоном, позволяют объяснить ограничение сферы применимости ньютоновской механики, установленной физикой XX в. Однако «до сих пор не удалось, — писал Эйнштейн, — заменить единую концепцию мира Ньютона другой, столь же всеобъемлющей единой концепцией и... мышление современных физиков в значительной мере обусловлено основополагающими концепциями Ньютона»<sup>1</sup>. Ньютоновская механика в пределах своей применимости продолжает оставаться основой научных изысканий в области физики и ее многочисленных приложений к технике. При этом область задач механики все время расширяется. Объем информации, содержащейся в ньютоновской механике, возрастает.

Ньютон был для Англии тем же, кем был для Польши — Коперник, для Италии — Галилей, для Голландии — Гюйгенс, для Германии — Лейбниц, для Франции — Декарт, для России — Ломоносов, для США — Франклин.

Гениальные способности Ньютона как ученого признавались учеными всех стран мира. О Ньютоне, его жизни и творчестве, значении его научного наследия существует обширная литература на многих языках мира. Только на русском языке опубликовано свыше 300 работ, в том числе все его основные сочинения. Исключительно большая заслуга в деле перевода,

<sup>1</sup> А. Эйнштейн. Собрание научных трудов, т. 4. М., «Наука», 1967, стр. 80.

издания на русском языке и комментирования трудов Ньютона принадлежит академикам А. Н. Крылову и С. И. Вавилову. Незадолго до Великой Октябрьской революции (1915 г.) А. Н. Крылов опубликовал первый русский перевод «Математических начал натуральной философии», выход которых ознаменовал рождение новой эпохи в естественных науках — эпохи математического естествознания. Перевод «Начал», сделанный Крыловым, превосходит в литературном отношении. Не менее замечателен он своим научно-комментаторским аппаратом. Читать Ньютона без комментариев — дело очень трудное. В своих 210 комментариях А. Н. Крылов аналитически излагает предложения «Начал», мастерски раскрывая читателю смысл многих неясных пунктов, дает ценные исторические и филологические справки и т. д. Комментариями Крылова пользуются ученые многих стран мира, которые занимаются изучением наследия Ньютона.

В советское время издание и изучение трудов Ньютона было продолжено рядом авторов, в первую очередь самим Крыловым. В 1927 г. к двухсотлетию кончины Ньютона опубликовали доклады и статьи крупные советские ученые А. А. Белопольский, А. Н. Крылов, П. П. Лазарев и многие другие. Академик С. И. Вавилов более 20 лет занимался исследованием деятельности Ньютона. Первой его работой в этом направлении было русское издание «Оптики» Ньютона. Этот перевод, сделанный с английского оригинала и сверенный с латинским, французским и немецким переводами, вышел из печати в 1927 г. Затем С. И. Вавилов перевел на русский язык «Лекции по оптике», читанные Ньютоном в Кембридже в 1669—1671 г.г.

В 1937 г. был издан на русском языке перевод «Математических трудов» Ньютона с комментариями проф. Д. Д. Мордухая-Болтовского.

В 1943 г. в разгар Второй мировой войны в Советском Союзе по случаю трехсотлетия со дня рождения Ньютона, помимо многочисленных торжественных заседаний, состоявшихся в научных институтах, университетах и других учреждениях, было издано пять книг и целая серия статей.

Среди вышедших книг был юбилейный сборник «Исаак Ньютон». Этот сборник чрезвычайно богат по своему содержанию. Помимо вводной статьи А. Н. Крылова «Ньютон и его значение в мировой науке», в него включены 16 оригинальных работ крупных советских ученых, характеризующих различные стороны жизни и творчества Ньютона и его роли в развитии науки. Английская научная печать оценила этот сборник как «выдающийся вклад в литературу о Ньютоне» (см. «Nature», 1945, vol. 155 No. 3943, p. 618—619).

В СССР была издана научная биография Ньютона, написанная С. И. Вавиловым, в которой он подвел итог своим многолетним исследованиям трудов Ньютона. Исследования Вавилова по ньютоноведению получили большую известность не только в СССР, но и за рубежом, особенно на родине Ньютона. Его заслуги в изучении творчества Ньютона были специально отмечены и в некрологе, написанном проф. Джоном Берналом по случаю смерти С. И. Вавилова («Nature», 1951, vol. 168, № 4277, p. 679).

В послевоенное время в СССР появились работы, посвященные анализу научного творчества Ньютона с точки зрения достижений науки нашего времени.

Имя Ньютона бессмертно, и труды его навсегда вошли в золотой фонд мировой науки. «Пусть смертные радуются, что существовало такое украшение рода человеческого». Эти слова высечены на памятнике И. Ньютону в Вестминстерском аббатстве в Лондоне.