

ЭВОЛЮЦИЯ НАУЧНОЙ МЫСЛИ XVII ВЕКА

Кузьмин А.А.

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет), Санкт-Петербург*

Ключевые слова: новое время, научная революция, математизация, рационализм, картина мира, физический закон.

Аннотация. XVII и вторую половину XVI века относят ко времени научной революции. В это время возникает новая картина мира и новое, основанное на рационализме, научное мышление. Идет математизация науки, основные законы физики имеют математическую запись и краткую формулировку. Эксперимент становится активным, что наряду с математизацией создает структуру современной научной работы. Новое время выдвигает плеяду ученых нового типа: Коперника, Декарта, Галилея, Гюйгенса, Лейбница, Ньютона и др. Наряду с научными достижениями совершенствуются технологии, растет производство, торговля, расширяются связи – наступает новая эпоха.

THE EVOLUTION OF SCIENTIFIC THOUGHT OF THE XVII CENTURY

Kuzmin A.A.

Saint-Petersburg State Institute of Technology (Technical University), Saint-Petersburg

Keywords: new time, scientific revolution, mathematization, rationalism, worldview, physical law.

Abstract. XVII and the second half of the XVI century are attributed to the time of the scientific revolution. At this time, a new picture of the world and a new scientific thinking based on rationalism are emerging. There is a mathematization of science, the basic laws of physics have a mathematical record and a brief formulation. The experiment becomes active, which, along with mathematization, creates the structure of modern scientific work. Modern times puts forward a galaxy of scientists of a new type: Copernicus, Descartes, Galileo, Huygens, Leibniz, Newton, etc. Along with scientific achievements, technologies are being improved, production and trade are growing, communications are expanding – a new era is coming.

Период истории Европы со второй половины XV до конца XVII века ряд авторов относит к Раннему новому времени [1]. Этот период охватывает окончание Реконквисты, эпоху великих географических открытий, начало колонизации Америки, Африки и Азии. Происходит развитие технологий, рост объема и ассортимента производимых товаров, расширение торговли, увеличение финансовых потоков, формируется рынок. Завоевание новых территорий, перемещение людей и товаров, борьба за рынки, возникающие при этом вооруженные конфликты способствовали развитию кораблестроения, навигации, строительства, производства, финансовой системы, вооружения. В это время были изобретены и нашли практическое применение колесцовый замок Леонардо да Винчи (1452-1519), считающие часы (арифмометр) Вильяма Шиккарда (1592-1635), паровая турбина с кривошипно-шатунным механизмом Джованни Бранка (1571-1645), паровая машина Ньюкомена, штангенциркуль с нониусом Пьера Вернье (1580-1637), суммирующая машина «Паскалина» Блеза Паскаля (1623-1662); маркиз де Вобан совершил переворот в фортификации и т.д. Помимо

научно-технического прогресса имели место существенные социально-политические изменения. По итогам Тридцатилетней войны сформировались национальные государства, способные иметь регулярную армию и систему образования. Этот период можно считать началом мирового господства ведущих стран Европы. В наиболее развитых из них были организованы академии наук: в Испании в 1560 году Академия тайн природы и в 1582 году Академия математики, в 1603 году Академия деи Линчеи (рысьеглазых) в Риме, в 1657 году Академия дель чименто (опытов) во Флоренции, в 1662 году Лондонское Королевское общество, в 1666 году Академия наук во Франции. Научная деятельность европейских ученых того времени привела к формированию основ современной науки, поэтому этот период называют временем первой научной революции.

Знаковым представителем европейской науки Нового времени является Николай Коперник (1473-1543). Будущий ученый родился в городе Торунь в семье купца из Кракова и немки. Незадолго до этого город вошел в состав Польши в результате войны с Тевтонским Орденом. Оставшись в 1482 году после смерти отца на попечении дяди по матери Лукаша Ватценроде-каноника, ставшего в 1489 году епископом-князем Варминским. Положение дяди позволило Копернику получить всестороннее образование: он обучался в университетах Кракова, Болоньи, Падуи, где изучал математику, богословие, астрономию, медицину. В 1503 году в Ферраре Николай Коперник получил ученую степень доктора канонического права. Вернувшись, он поселился в замке дяди, где вел астрономические наблюдения, был секретарем и лекарем князя, занимался медицинской практикой. В первое десятилетие шестнадцатого века в сознании ученого сформировалась гелиоцентрическая модель мира, основные постулаты которой он изложил в 1507 году в трактате «Небольшой комментарий о гипотезах относительно небесных движений» [2]. Суть предложенной теории сводится к тому, что Земля не является центром Вселенной, а является только центром лунной орбиты. В центре Вселенной располагается Солнце, вокруг которого шарообразная Земля совершает круговое движение в плоскости перпендикулярной оси мира, Земля вращается вокруг своей оси и вокруг проходящей через центр Земли оси параллельной оси мира. Первое и третье движения направлены противоположно. Главный труд всей жизни ученого «О вращении небесных сфер» был издан незадолго до смерти автора в 1543 году. Модель Коперника не была безупречно точной, более точные таблицы составил впоследствии Иоганн Кеплер, установивший эллиптическую форму планетарных орбит. Теория Коперника, опровергающая геоцентрическую модель, совершила переворот в науке и мировоззрении и неизбежно вызвала противодействие со стороны церкви, при этом наиболее враждебная реакция была со стороны Мартина Лютера и других протестантских лидеров, тогда как католические иерархи отнеслись к ученому и его теории более терпимо. Николай Коперник был всесторонне развитым человеком: он был эффективным администратором, экономистом, успешно руководил обороной города Олыштына в войне с Тевтонским Орденом [2].

Получивший в детстве лицевую травму при вторжении французов сын почтальона Николо Фонтано (1499-1557) на всю жизнь остался заикой, за что и получил прозвище Тарталья [3]. Он обладал удивительным упорством и способностью к самообучению. Эти качества позволили ему стать одним из крупнейших математиков своего времени, успешно участвовать в математических турнирах и приобрести заслуженную репутацию сильнейшего турнирного бойца, однако поражение в поединке с учеником Джероламо Кардано (1501-1576) Людовико Феррари (1522-1565) нанесло непоправимый удар по авторитету Тартальи. Помимо оспариваемых достижений в математике существенным является вклад Тартальи в баллистику, фортификацию, топографию, ему принадлежат трактаты «Новая наука», «Вопросы и различные изобретения» и ряд других. Ученый установил, что наибольшую дальность выстрела обеспечивает угол наклона ствола орудия в 45 градусов.

Купец из Брюгге Симон Стевин (1548-1620) был современником восьмидесятилетней войны. Это было время экономического развития и научного подъема стран Северной Европы. Мореплавание, торговля, фортификация и другие виды практической деятельности ставили перед наукой новые задачи. Симон Стевин сумел решить часть из них. Изданный в 1585 году трактат «Десятая» показал реальные возможности десятичных дробей, ему же принадлежит бухгалтерская система дебет – кредит. В 1586 году вышел его трактат «Начала статики», что является основой современной статики [4]. С. Стевин начал практическое использование правила параллелограмма, рассмотрел равновесие цепи из нескольких шаров на двух противоположно наклоненных плоскостях. Ученому принадлежит ряд теорем по гидростатике и другие достижения.

Общепризнано, что «отцом современной науки и, фактически современного естествознания вообще» является Галилео Галилей (1564-1642) [5]. Происходивший из обедневшего дворянского рода Галилей был всесторонне одаренным человеком. У него были способности к музыке, рисованию, литературе, но его глубинным влечением была математика. Получив начальное образование в монастыре, по практическим соображениям Галилей в 17-летнем возрасте поступил на медицинский факультет Пизанского университета, где всерьез увлекся математикой. В 1585 году в связи с ухудшением материального положения вернулся во Флоренцию, где нашел покровителей, благодаря которым в 1589 году вернулся в Пизанский университет профессором математики. Здесь он написал известный трактат «О движении падающих тел». В 1592 году по рекомендации венецианского дожа занял кафедру математики Падуанского университета. Лекции Галилея собирали до двух тысяч студентов, что принесло ученому большую известность. В Падуе был написан трактат «О науке механике», где ряд задач статики решался на основе принципа виртуальных перемещений. Судостроение Венеции создало потребность в науке о сопротивлении материалов, что пробудило у Галилея новый интерес. Приняв теорию Коперника, Галилей увлекся астрономией, построил телескопы сначала с трех-, затем с 32-кратным увеличением. Наличие телескопа помогло совершить ряд открытий. Получив в 1610 году выгодное приглашение Козима второго

Медичи, ученый переехал во Флоренцию, где продолжил астрономические исследования. Как и у Коперника, у Галилея труды по астрономии, связанные с теологией, вызвали неоднозначную реакцию церкви. Эта реакция в первую очередь зависела от личного отношения церковных иерархов к ученому. Так в 1615 году было предупреждение и запрет на публикацию работ по астрономии, а с согласия папы Урбана VIII в 1632 году Галилей издал книгу «Диалог о двух главнейших системах мира» [6]. Но в 1633 году после допросов инквизиции Галилей отрекся от учения Коперника и жил по приговору трибунала вблизи Флоренции. В 1638 году Галилей издал книгу «Две новые науки», где заложены основы сопротивления материалов. На основе эксперимента было установлено, что разрушающее усилие при растяжении пропорционально площади поперечного сечения. Также ученый определил, что прямоугольный стержень в положении «на ребро» выдерживает нагрузку во столько раз больше, чем в положении «плашмя» во сколько раз высота сечения больше ширины. В работе изложены и другие основополагающие задачи сопротивления материалов и динамики. Галилей понимал в поэзии, живописи, внес вклад в популяризацию итальянского языка.

Прямоугольная система координат, без которой немыслима современная наука была введена работой Рене Декарта (1596-1650) «Геометрия», изданной в 1637 году. «Геометрия» – это приложение к основному труду ученого «Рассуждение о методе». Декарту принадлежит создание аналитической геометрии, исследование ряда функций, работы по оптике и механике, именно он ввел понятие количества движения. Декарт является основоположником рационализма как метода познания и мировоззрения. Рекомендованные им четыре этапа решения задачи: данные-анализ-синтез-выводы являются логическим завершением предложенной Героном структуры научной работы: литературный обзор-математический расчет – экспериментальное исследование – логическое рассуждение. Деятельность Декарта связана с различными областями науки: философией, медициной (открыл явление рефлекса), оптикой, метеорологией и т.д. Взгляды ученого вызвали отторжение у клерикалов, что вынудило уехать из Франции в Голландию, а оттуда в Швецию, где вскоре он и скончался [7].

Математические способности соотечественника и современника Декарта Блеза Паскаля (1623-1662) проявились очень рано, и уже в одиннадцатилетнем возрасте юный Блез написал «Трактат о звуках», в четырнадцатилетнем возрасте принимал участие в семинарах известного математика Мерсена, а в 17 лет опубликовал свою первую печатную работу «Опыт о конических сечениях», основанную на исследовании трудов одного из основателей проективной и начертательной геометрии Жерара Дезарга (1591-1661). Служивший чиновником отец Блеза Этьен Паскаль по роду службы выполнял много расчетов и для облегчения этой рутины молодой Блез в 1642 году начал, а в 1645 году закончил создание действующей счетной машины – «паскалина». Предложенный Паскалем принцип связанных колес триста лет был в основе выпускаемых арифмометров. Открытый Паскалем и названный его именем закон гидростатики является теоретической основой гидравлического пресса и гидропривода. Автор

другого фундаментального закона, связывающего давление газа с его объемом (закон Бойля-Мариотта) Эдме Мариотт (1620-1684) родился в Дижоне и впоследствии был игуменом монастыря вблизи этого города [6]. Мариотт – один из основателей Французской Академии наук и создателей Версаля был прирожденным экспериментатором. Он обнаружил слепое пятно в глазу, увеличение объема воды при замерзании, занимался вопросами прочности материалов и конструкций. Заложил основы одной из теорий прочности.

Первый президент Французской Академии наук с момента ее основания в 1666 году и до 1681 года Христиан Гюйгенс (1629-1695) родился и умер в Гааге. Получив прекрасное образование в Лейденском университете, Гюйгенс приобрел раннюю известность благодаря открытию колец Сатурна и созданию работоспособной конструкции маятниковых часов. В 1663 году он был избран иностранным членом Лондонского Королевского общества, а в 1665 году министр финансов Франции Кольбер пригласил ученого в страну, где тот принял активное участие в создании академии наук. В преддверии отмены Людовиком XIV Нантского эдикта Гюйгенс вернулся в Голландию. Фундаментальной работой ученого является трактат «Маятниковые часы или геометрические доказательства о движении маятников, приспособленных к часам», вышедший в 1673 году. В пяти главах этого трактата автор системно изложил основы динамики, в частности он первый определил численное значение ускорения свободного падения [2]. Гюйгенсу также принадлежат значимые работы по оптике (открытие поляризации света и др.), теории вероятностей, астрономии. По словам В. Гравезанда он был первым из смертных, кто точно измерил время.

Должность профессора геометрии Грешемовского колледжа Лондонского университета была для Роберта Гука (1635-1703) лишь источником дохода - по призванию он был изобретатель [8]. Поступив в 1653 году в Оксфордский университет и оставшись там ассистентом, в 1662 году Гук удостоивается степени магистра и становится куратором по проведению опытов в Лондонском Королевском обществе. На следующий год он стал членом этого общества, а в 1677 году и вплоть до 1683 года его секретарем. При восстановлении Лондона после пожара 1666 года проявился архитектурный и организационный талант ученого. Р. Гук был разносторонне-развитым человеком: в 1691 году получил степень доктора медицины, усовершенствовал микроскоп и, проведя с его помощью исследования структуры растений, обнаружил их клеточное строение, ввел в оборот понятие «клетка» [8]. В 1665 году по результатам исследований опубликовал работу «Микрография». Гук изобрел пружину для регулирования хода часов, спиртовой уровень, винтовые зубчатые колеса, гигрометр, анемометр- сигнальный аппарат, который лег в основу оптического телеграфа, применил карданов подвес для передачи вращательного движения (шарнир Гука). Ученому принадлежит масса других открытий, изобретений и усовершенствований. Так приоритет открытия закона всемирного тяготения, приписываемый ныне Ньютону, оспаривался Гуком, что наложило отпечаток на их личные отношения. Главным и никем не оспариваемым открытием Гука является закон, носящий его имя (открыт в 1660, опубликован в 1678 году).

Значительная часть трудов ученого была опубликована в прочитанных им «Кутлеровских лекциях» [1].

Согласно утверждениям ряда авторов, именно благодаря Лейбницу Петр I ввел в России по образцу Пруссии, Швеции, Дании и др. табель о рангах [9]. Немецкий ученый, философ, дипломат Готфрид Вильгельм Лейбниц (1646-1717) родился в Лейпциге в семье профессора университета, что предопределило его будущее. Способности будущего гения проявились очень рано: так без специальной подготовки школьником средних классов он «проглотил» исторические трактаты на латыни, знал литературу древнего Рима, увлекался чтением современных богословских трактатов. Обучаясь в университетах Лейпцига, Йены, Альтдорф-Нюрнберга получил в 1664 году степень магистра философии и в 1666 году доктора права, после чего некоторое время занимался алхимией в Ордене розенкрейцеров. В 1667 году при покровительстве барона И.Х. Бойебурга поступил на службу к курфюрсту Майнцкому, а после его смерти в 1676 году к герцогу Брауншвейгскому, где и остался служить до самой смерти. С 1672 по 1676 гг. Лейбниц, пребывая в Париже в составе дипломатической миссии, продолжал заниматься математикой. В 1700 году, уже являясь членом Лондонского Королевского общества и Французской Академии наук, участвовал в основании и стал первым президентом Бранденбургского научного общества (Берлинской Академии наук). Последние годы жизни Лейбница прошли при наследнике Брауншвейгского герцога, который стал королем Англии Георгом I и мыслил уже другими категориями, что осложняло жизнь ученого. Лейбниц вошел в историю в первую очередь как математик, даже традиционно гуманитарные науки он стремился сделать точными: ему принадлежит создание основ математической логики, изложенные в 1666 году в работе «Искусство комбинаторики», формулирование закона достаточного основания, введение понятия «модель». Лейбниц описал двоичную систему исчисления, ввел понятие определителя в системе линейных уравнений, показательную функцию. Введение знака интеграла \int , понятия дифференциала, алгоритма и других терминов было шагом по пути математизации науки. Главным вкладом ученого в математику является создание дифференциального и интегрального исчисления. При этом вопрос о приоритете в судебном порядке оспаривался Ньютоном, что существенно омрачило отношения двух великих ученых. Помимо достижений в математике, Лейбниц сформулировал закон сохранения энергии, ввел понятие «живой силы» как кинетической энергии, занимался вопросами прочности балок, теории колебаний. Его механический калькулятор в отличие от «паскалина» выполнял не только сложение и вычитание, но также умножение, деление, извлечение корня и возведение в степень. Философия, история, общественная деятельность не обошли ученого стороной. Свои основные мысли Лейбниц изложил в трактатах «Об искусстве комбинаторики» (1666), «Рассуждения о метафизике» (1685), «О скрытой геометрии и анализе неделимых» (1686), «Кодекс международного дипломатического права» (1693), «Очерк динамики» (1695), «Монадология» (1714) и других работах.

В годовщину двухсотлетия смерти Исаака Ньютона (1642-1727) Альберт Эйнштейн (1879-1955) писал: «Все, что было создано после Ньютона, является

дальнейшим органическим развитием его идей и методов» [10]. При этом по результатам ряда опросов общественного мнения Англии Ньютон продвинул науку и изменил жизнь больше, чем Эйнштейн. Создатель одной из картин мира родился на востоке Англии в семье состоятельного йомена. Несмотря на постоянные войны, которые вела Англия, во второй половине XVII века ее экономика успешно развивалась, и в 1662 году было образовано Лондонское Королевское общество, которое Ньютон возглавил в конце своей жизни. В 1655 году юный Исаак пошел в школу, где учителя и знакомые оценили его способности. По окончании школы в 1661 году Ньютон продолжил свое обучение в Тринити-колледже Кембриджского университета в качестве субвайзера. В колледже Ньютон сблизился со своим учителем, другом и наставником, сильным математиком Исааком Барроу. Молодой Ньютон всей душой предавался учению, был требователен к себе и к другим, при этом рос его интерес к математике, а с 1663 года к оптике. Так опыты с призмой показали, что белый свет расщепляется призмой на все цвета радуги [11]. В 1664 вывел формулу, известную как бином Ньютона и получил степень бакалавра. На время эпидемии чумы (1665-1667) Ньютон вернулся домой, где продолжил свои работы по астрономии, дифференциальному исчислению и оптике. Самым значимым результатом его работ этого времени было открытие закона всемирного тяготения, при этом результаты выполненных работ были опубликованы значительно позже. По окончании эпидемии Ньютон вернулся в колледж и в 1668 году получил степень магистра и начал преподавать. В следующем году молодой ученый был избран на должность лукасовского профессора математики и оптики Тринити-колледжа, что гарантировало оклад 100 фунтов в год и дополнительные доходы. «Лекции по оптике», в которых Ньютон изложил результаты своих исследований, которые с трудом воспринимались студентами, и в 1672 году Ньютон отправил в Королевское общество сообщение «Новая теория света и цветов». После демонстрации созданного им телескопа с рефлексором в том же 1672 году Ньютон стал членом Лондонского Королевского общества. Окончательно, теория света была изложена в трактате «Оптика», опубликованном в 1704 году. В семидесятые годы он увлекся темой эфира, рассматривая последний как сильно разряженную газовую среду. Известно, что, обучаясь в школе, Ньютон жил у аптекаря, а во время чумы покупал химические приборы и реактивы. Также он хранил и изучал литературу по химии, которая во второй половине XVII века не отличалась от алхимии. В 1946 году барон Кейнс дал описание алхимических рукописей Ньютона и пришел к выводу, что последний занимался алхимией, начиная с 1668 года. Так написанная рукой ученого, рукопись *Sententiae Notabilis* (King's Colleg MS 38) посвящена получению философской ртути. Есть и другие факты, говорящие о том, что Исаак Ньютон занимался алхимией с целью получения философского камня. В 1677 году секретарем Общества стал Роберт Гук, с которым были сложные отношения и тем не менее в процессе их переписки окончательно сформировалась гипотеза обратных квадратов. В 1684 году Ньютона посетил Галей, и обсуждение эллиптичности движения планет послужило толчком к созданию Ньютоном новой фундаментальной работы. В 1687 году тиражом в 300 экземпляров вышел

основополагающий труд Ньютона «Математические начала натуральной философии». В труде автор изложил базовые понятия классической механики: массы, силы, количества движения, инерции; ее основные законы: три закона движения, правило сложения векторов сил, закон всемирного тяготения. Также в этой работе изложены основы гидравлики, теории маятника, небесной механики, теории приливов и др. В «Началах» практически не используется аппарат математического анализа. Свою теорию бесконечно малых Ньютон опубликовал позднее. После Славной революции 1688 года Ньютон стал членом парламента, а в 1696 году хранителем Монетного двора. Чеканка надписи на ребре монет, а также ряд административных мер существенно сократили «порчу» монет и укрепили финансы. В 1699 году началось преподавание системы Ньютона в Кембридже и ученый был избран иностранным членом Парижской академии наук. Президент Лондонского Королевского общества с 1703 года в 1705 году Ньютон был возведен в рыцарское достоинство. Конфликты с Гуком, Флемстидом и Лейбницем не умаляют достижений Исаака Ньютона. Он был многогранным и глубоко верующим человеком, очень вдумчиво относился к религии и содержанию текстов Священного Писания. В конце жизни и посмертно были изданы его ранее не опубликованные труды по математике, истории, теологии и др. Научная революция семнадцатого века, длившаяся по историческим меркам совсем недолго, принципиально изменила мировоззрение человечества – оно стало научным. Сложились основные научные понятия и определения, применяемые и в настоящее время, появились технологии и методики проведения эксперимента, сформировался современный математический аппарат, общепринятым стал метод научного познания.

Список литературы

1. История Средних веков: В 2 т. Т. 2. Раннее новое время: Учебник / Под ред. С.П. Карпова. – 5-е изд. – М.: Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2005. – 432 с.
2. Тюлина И.А., Чиненова В.Н. История механики сквозь призму развития идей и гипотез. – М.: ЛЕНАРД, 2017. – 256 с.
3. Гиндикин С.Г. Рассказы о физиках и математиках. – М.: МЦНМО, 2001. – 448 с.
4. Лопатухина И.Е., Кутеева Г.А., Павилайнен Г.В., Поляхова Е.Н., Рудакова Т.В., Сабанеев В.С., Тихонов А.А. Очерки по истории механики и физики: Учебное пособие для студентов и аспирантов, обучающихся по направлениям: астрономия, математика, механика, прикладная математика, физика. – СПб.: ВВМ, 2016. – 204 с.
5. Эйнштейн А. Физика, философия и научный прогресс. Собрание научных трудов. Том 4. – М.: Наука, 1967. – 600 с.
6. Малинин Н.Н. Кто есть кто в сопротивлении материалов / Под ред. В.Д. Данилова. – М.: Изд-во МГТУ ИМ. Баумана, 2000. – 248 с.
7. Матвиевская Г.П. Рене Декарт (1596-1650). – М.: Наука. 1976. – 274 с.
8. Боголюбов А.Н. Роберт Гук (1635-1703). – М.: Наука, 1984. – 242 с.
9. Кушева Е.Н. Дворянство // Очерки истории СССР. Россия в первой четверти XV111 в. – М., 1954. – С. 193-198.
10. Zu Isaak Newton 200. Todestage Nord and Sud, 1927, no. 50, pp. 36-40.
11. Вавилов С.И. Исаак Ньютон: 1643-1727. – 4-е изд., доп. – М.: Наука, 1989. – 271 с.

Сведения об авторе:

Кузьмин Александр Алексеевич – к.т.н., доцент.