Межфакультетский курс

«Научная революция XVI–XVII вв.: ученые, власть, общество»

Менцин Ю.Л. – к.ф.-м.н., заведующий Музеем истории университетской обсерватории Государственного астрономического института имени П.К. Штернберга (ГАИШ) МГУ.

Лекция 10

Галилео Галилей: астроном, «отец современной физики», еретик

(окончание)

К работе над «Диалогом» Галилей приступил в 1624 году, вскоре после начала понтификата Урбана VIII (1623–1644), и завершил ее в 1630 году. Свой труд Галилей хотел посвятить папе, но из-за проблем с получением разрешения на издание книги в Риме, ее пришлось издать во Флоренции. «Диалог» вышел в свет в 1632 году, с посвящением Великому герцогу Тосканы Фердинанду II Медичи.

Первоначально Галилей хотел дать своему труду название «О приливах и отливах», но этому воспротивился папа, периодически обсуждавший с ученым содержание его книги. Дело в том, что, по мнению Галилея, приливы и отливы были неоспоримым свидетельством движения Земли.[1] Поэтому их упоминание в названии книги могло бы рассматриваться как пропаганда запрещенного учения Коперника. Между тем, в отличие от Галилея, стремившегося добиться отмены запрета, в планы Урбана VIII такая отмена не входила, и книга, написанная знаменитым ученым, была нужна ему для каких-то политических целей. Впрочем, иных целей, кроме политических, у папы, похоже, не было.

Интриги, связанные с изданием «Диалога», скандал в папском дворце после выхода книги и, наконец, судебный процесс пришлись на время, когда Тридцатилетняя война, планировавшаяся как карательный поход против сторонников Реформации, из войны религиозной быстро превращалась в войну геополитическую, где принадлежность к той или иной конфессии существенной роли уже не играла. Так, именно в начале 1630-х гг. кардинал Ришелье поддержал немецких протестантских князей, воевавших против католической Испании, поскольку Франция враждовала с ней. По идее Урбан

[1] Как известно, причиной движения приливной волны является притяжение воды со стороны Луны. Менее известно, что приливная волна, перемещается и по суше. Она вызывает подъем (выгибание) поверхности Земли на 30–40 см, что ничтожно мало по сравнению с величиной радиуса Земли, составляющей 6400 километров, и поэтому незаметно. На Луну, как причину приливов, указывал Иоганн Кеплер, хотя о притяжении он, конечно, не говорил. Теории приливов и отливов, как следствия движения Земли, посвящена заключительная часть «Диалога». В ней Галилей сравнивает приливы с выплескиванием воды из миски при ее неравномерном движении.

VIII должен был осудить действия Ришелье, но, выражая интересы французской партии при папском дворе, он поддержал кардинала. Это возмутило Испанию и ее сторонников в Риме (испанская партия при папском дворе была весьма влиятельной), а, если учесть, что в это время в Италии находились испанские войска, то положение папы трудно назвать простым. Во время официального приема посол Испании обрушился с упреками на Урбана VIII, а когда помощник папы попытался урезонить посла, то получил от него пощечину.

Для каких целей папе в этой ситуации мог понадобиться научный трактат Галилея? Историки отмечают, что при обсуждении с Галилеем научных вопросов Урбан VIII неоднократно начинал рассуждать о всемогуществе Бога, который, если захочет, может расположить небесные светила в любом порядке, а, поскольку мы не знаем Воли Божьей, то не можем претендовать на знание того, как на самом деле устроен мир.[2] Поэтому папа хотел, чтобы эта мысль была ясно выражена Галилеем в «Диалоге», а когда обсуждался вопрос о получении разрешения на издание книги, он еще раз в категорической форме выразил свое пожелание. Оно было выполнено ученым, вложившим эти рассуждения один раз в уста приверженца философии Аристотеля Симпличио, другой раз – в уста Сальвиати, выступавшего в «Диалоге», как alter ego Галилея.

Учитывая политическую обстановку и необходимость лавировать между интересами светских владык, можно предположить, что трактат Галилея был нужен Урбану VIII, как научное оправдание этого лавирования, а, если повезет, то и как обоснование его будущей роли примирителя враждующих сторон.[3] Обращает внимание то, что название трактата «Диалог о двух главнейших системах мира: птолемеевой и коперниковой» легко прочитывалось современниками ученого и как диалог о двух главнейших религиозных системах. При этом, на тот случай, если кто-то из читателей не заметит эту параллель, Галилей в предисловии отметил, что его цель –

---

[2] Хотел бы напомнить в связи с этим 1-ю лекцию курса, в которой говорилось о том, какое удивление у китайских ученых (!) вызвало используемое их европейскими коллегами понятие «законы природы». Как видим, это понятие было далеко не очевидно в XVII веке и европейцам. С точки зрения Урбана VIII знание истинных законов движения небесных тел означало бы знание Божественного Замысла, что невозможно, а претензия на обладание таким знанием является грехом.

[3] Вестфальский мирный договор, заключенный в 1648 году (Урбан VIII не дожил до него) и положивший в основу соглашения принцип «чья власть, того и религия», стал итогом постепенного осознания относительности и даже второстепенности религиозного противостояния. Кроме того, этот мир поставил точку в многовековом споре о верховенстве между церковью и светской властью. Это особенно хорошо видно по таким протестантским странам, как, например, Англия и Швеция, где главами национальных церквей выступает король. Эту же модель взаимоотношений церкви и власти, как известно, использовал в России Петр I, устранивший институт патриаршества. Очень существенно права (и возможности) церкви были ограничены и в католических странах, где священники должны были подчиняться власти папы.

показать, что католические ученые не менее сведущи в новой космологии, чем протестантские (намек на Кеплера), но, благодаря мудрому декрету 1616 года, воздерживаются от вынесения окончательных суждений по вопросам мироустройства.

Историкам толком не известно, что именно возмутило Урбана VIII в «Диалоге» Галилея. Франческо Никколини, посол Великого герцога Тосканы в Риме, защищая не столько Галилея, сколько Медичи (обвинение в ереси придворного, причем весьма известного, бросало тень и на самого герцога), настойчиво, но безуспешно пытался получить ответ на этот вопрос во время аудиенции у папы. В послании герцогу посол писал, что папа «пришел в крайнее раздражение» и говорил, что Галилей «имел наглость влезть в самые серьезные и опасные вопросы, какие только есть в это время». На робкое замечание посла, что астрономические вопросы не входят в число вероучительных, папа согласился с этим, но тут же сказал, что Галилей, несмотря на дружбу, обманул и предал его и т.д.

Можно только гадать, в чем именно папа увидел главную ересь «Диалога» и «предательство» его автора. Документов на сей счет нет, и вряд ли они были. Но вот, что представляется резонным. Сомнительно, что у Урбана VIII было время, чтобы глубоко вникнуть в содержание «Диалога» и обнаружить в нем богословские «рифы». Тем более, что рассуждения папы о божественном всемогуществе не позволяют заподозрить в нем изощренного теолога. Скорее можно предположить, что богословский анализ «Диалога» для папы сделал кто-то другой. Судя по всему, это был папский теолог кардинал Агостино Ореджи, которого Урбан VIII называл «наш Беллармино». Другой вопрос, были ли богословские прегрешения Галилея столь велики, как говорил об этом послу Урбан VIII, и имело ли место со стороны ученого предательство, или его элементарно оболгали, убедив боявшегося (и не без оснований) заговоров папу в неверности друга?

Судя по тому, что Урбан VIII максимально смягчил исполнение весьма сурового приговора, вынесенного Галилею, папа понял, что предательства со стороны ученого не было. Однако, остановить начавшееся расследование папа не мог, даже если бы захотел. Тем более, что в архиве инквизиции было обнаружено предписание, запрещающее Галилею вести какую-либо пропаганду учения Коперника, что давало основание судить ученого как человека, повторно и злонамеренно впавшего в ересь. В ответ Галилей предъявил письмо Беллармино, в котором кардинал сообщал ученому, что у Церкви нет к нему претензий. Галилей также настаивал на том, что предписание ему не предъявляли. (По-видимому, этот документ был заготовлен «на всякий случай».) Однако доводы Галилея не были приняты судом во внимание. Урбан VIII считал необходимым наказать ученого за своеволие, по поводу которого у папы не было никаких сомнений, так как «Диалог», безусловно, являлся апологией запрещенного учения Коперника и попытки Галилея добиться поставленной цели не без определенной хитрости тоже были папе очевидны.

В итоге Галилей был приговорен к пожизненному тюремному заключению, публичному отречению от своих еретических взглядов, регулярному чтению покаянных молитв и запрещению «Диалога». Но тюремное заключение было сразу же заменено на домашнее, а читать покаянные молитвы разрешили дочери Галилея, монахине Марии Челесте.[4] Но самое главное, Галилей не был лишен возможности работать над продолжением своего «Диалога» – книгой «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки».[5] Более того, после завершения в 1634 году работы над книгой Галилею удалось издать ее в 1638 году в протестантском (!) Лейдене. Решающую помощь в издании «Бесед» оказал граф Франсуа де Ноайль, французский посол в Риме, в свое время учившийся у Галилея в Падуе и с восхищением относившийся к ученому.

Граф де Ноайль в 1634 году прибыл в Рим в составе французской миссии, сообщившей Урбану VIII долгожданную весть о том, что Ришелье наконец начал войну против Испании. Это упрочило сильно пошатнувшееся положение Урбана VIII, поэтому, когда граф де Ноайль попросил разрешения встретиться с Галилеем, папа не мог ответить отказом. Осенью 1636 года эта встреча состоялась, и Галилей вручил своему бывшему ученику рукопись книги. По желанию Галилея, «Беседы» вышли в свет с посвящением графу де Ноайлю.

Анализу «Диалога» и «Бесед» – двух главных трудов Галилея – посвящено необозримое количество исследований. Поэтому, не претендуя на сколь-либо последовательный разбор этих трудов, отмечу в них лишь некоторые моменты, важные для читаемого курса. Эти моменты связаны, в первую очередь, с формированием нового физического мышления.

Начнем с того, что заверения Галилея о том, что он в «Диалоге» рассматривал систему Коперника лишь как одну из возможных, это не только попытка оправдать себя. Всё гораздо сложнее. Когда Галилей учит читателя рассматривать явления в системе Птолемея или в системе Коперника, а также переходить из одной из системы в другую, чтобы понять, как *должны* были бы выглядеть наблюдаемые явления, его, Галилея, а заодно и читателя, воображение не принадлежит уже ни одной из систем и переносится в мир, подобный миру разомкнутой Вселенной Бруно, то есть Вселенной, в которой

---

[4] Следует отметить, что Галилей не провел в тюрьме ни единого дня. После вынесения приговора он продолжал жить во дворце тосканского посла, а по возвращению на родину некоторое время жил во дворце архиепископа Сиены. Лишь после ряда обращений в Рим возмущенных «доброжелателей» Галилей наконец поселился у себя дома. О судьбе Марии Челесте американским историком и популяризатором науки Давой Собел была написана интересная книга «Дочь Галилея. Исторические мемуары о науке, вере и любви» (2000), русский перевод которой был издан в 2006 году. К сожалению, в том, что касается научной стороны конфликта Галилея с церковью Д. Собел придерживается весьма упрощенных взглядов.

[5] Имелись в виду наука о движении и наука о сопротивлении материалов.

нет никакого центра, а Солнце лишь одна из звезд.[6] Такая, разомкнутая Вселенная начинает, благодаря Галилею, превращаться в бесконечное физическое пространство (это превращение завершит Ньютон), в котором та или иная система мира – это уже просто одна из рассматриваемых моделей.

С тренировкой в совершении таких «космических путешествий» тесно связано фундаментальное для Галилея представление о единстве земных и небесных явлений. Отсюда, например, рассуждения о том, что Земля, если на нее смотреть *со стороны*, будет светить отраженным светом, подобно Луне. Это первое. Второе. Размышления о том, что мы увидим, если мир устроен по Копернику или по Птолемею, требуют тренировки в выстраивании всё более сложных причинно-следственных, как правило кинематических цепочек, благодаря чему мир Галилея приобретает всё более механический характер.

Отдельных комментариев требует и вопрос об отношении Галилея к Аристотелю. Я уже говорил, что Галилей критикует не столько самого Аристотеля, сколько использование его трудов в качестве непререкаемого авторитета. Но этот авторитет возник не на пустом месте. Физика Аристотеля – это осмысление и систематизация повседневного опыта, игнорировать который невозможно. В этом Галилей смог убедиться, когда вступил в полемику со сторонниками физики Аристотеля по вопросу о плавании тел (1611–13 гг.) По Галилею, для плавания тела необходимо, чтобы его удельный вес был меньше, чем у воды. Оппоненты Галилея резонно указывали, что не менее важную роль играет форма тела. Так, коробочка из железа не только плавает, но и может нести груз. Возражая, Галилей говорил, что надо учитывать воздух, содержащийся в коробочке, и тогда средний удельный вес будет меньше, чем у воды. При этом было непонятно, почему надо учитывать только тот воздух, который находится в открытой коробочке, и как быть с деревянной лодкой, которая на мелководье не плавает, а ложится на дно? Непонятным было и то, почему стальная иголка, опускаемая в воду вертикально, тонет, а осторожно положенная на поверхность воды горизонтально не тонет. В последнем случае надо учитывать действие сил поверхностного натяжения, о которых Галилей, конечно же, не знал.

Еще более сложным был вопрос о движении тел по инерции. По Аристотелю, чтобы тело перемещалось, к нему нужно постоянно прикладывать силу. Этот вывод опирался на повседневный опыт, и представлялся просто очевидным. Но что в таком случае движет брошенное тело? Важно подчеркнуть, что проблема тут возникает для теоретического мышления, стремящегося вывести различные частные случаи из единых причин. Для обыденного мышления никакой проблемы тут нет. Брошенное тело движется, потому что я его бросил. Что тут непонятного?

---

[6] Галилей никогда не встречался с Бруно, но и в Венеции, и в Риме он не мог не узнать о трагической судьбе философа, который тоже был сторонником системы Коперника. Ну, а раздобыть труды Бруно или хотя бы узнать о его идеях было не так уж трудно. Конечно, открыто говорить о своем знакомстве с идеями сожженного еретика Галилей не мог.

Симпличио, вслед за Аристотелем, предполагает, что брошенное тело перемещает среда, в которой движется тело. Такой ответ вызывает смех у Сагредо и Сальвиати, которые напоминают своему собеседнику, что среда, наоборот, оказывает сопротивление движению, и что, если устранить сопротивление, то тело будет двигаться непрерывно. Всё так, но, чтобы движение тела было действительно непрерывным, это тело нужно поместить в особое, идеальное пространство, которое только зарождается у Галилея и окончательно оформится в механике Ньютона. Тело, на которое не действуют никакие силы или они уравновешивают друг друга, будет двигаться вечно, но лишь в особом, абсолютном пространстве Ньютона. Но это означает, что причиной движения в определенном смысле является это пространство, то есть среда. При этом возникновение ускорения под действием силы в механике Ньютона столь же загадочно, как и возникновение скорости у Аристотеля.

В целом, я сказал бы, что отношение Галилея к Аристотелю можно сравнить с отношением автора романа «Дон Кихот» к рыцарским романам. Как известно, во времена Сервантеса (между прочим, современника Галилея) появлялись многочисленные пародии на рыцарские романы, о которых теперь известно лишь историкам литературы. Но «Дон Кихот» – это скорее пародия на пародию, ирония, смех сквозь слезы и т.п., благодаря которым автору удается показать, во что превратится мир, если из него исчезнут рыцари. Тем самым, роман утверждал идеал рыцарства в мире, в котором уже давно смешно и нелепо быть рыцарем. Аналогично, Галилей не столько отбрасывал физику Аристотеля, сколько наполнял ее новым смыслом.

Исключительно важную роль в трудах Галилея играют мысленные эксперименты – теоретические процедуры, известные еще античным ученым. Мысленные эксперименты – это не просто опыты, проведенные «в уме», это, прежде всего, опыты над умом, над нашими представлениями о том, что именно является сутью рассматриваемых явлений. Такие знаменитые, описанные во многих учебниках мысленные эксперименты Галилея, как движение тела по бесконечной плоскости или падение тел в абсолютной пустоте и др., изменяют наши взгляды на природу движения, заставляют отказаться от прежних догм. При этом рассмотрение движений в некоторых предельных ситуациях позволяет увидеть в этих догмах принципиально новое содержание. Так, по Аристотелю идеальным является круговое движение, но движение по окружности бесконечно большого радиуса оказывается тождественным прямолинейному движению.[7]

Итогом четырех дней споров в «Диалоге» и шести дней споров в «Беседах» становится трансформация мира физики Аристотеля в мир новой

[7] Подробный анализ когнитивных аспектов «Диалога» и «Бесед» Галилея можно найти в работах: *Ахутин А.В.* История принципов физического эксперимента (от Античности до XVII в.). М., 1976.; *Библер В.С.* Мышление как творчество. Введение в логику мысленного диалога. М., 1975; *Библер В.С.* Кант – Галилей – Кант (Разум Нового времени в парадоксах самообоснования). М., 1991.

физики, точнее, еще только в набросок этого мира. Но что является основой этого мира? Принято считать, что для Галилея основой познания является обращение к природе, «как она есть», без всяких априорных домыслов, характерных для схоластов. Однако при анализе трудов Галилея мы видим, что всё не так просто, и, чтобы понять, о чем именно нам говорит природа, мы должны знать ее язык. А этим языком, по Галилею, является математика, то есть сугубо идеальное порождение человеческого ума, и только ум, – писал ученый, – тренированный в построении математических моделей, может понять язык природы.

Для Галилея этот фундаментальный и во многом парадоксальный вывод, противоречивший аристотелевской физике (математика не применима для адекватного описания качественно изменчивой природы), но лежащий в основе всего последующего развития теоретического естествознания, является вполне закономерным. Природа создана всемогущим Богом. Его замысел непостижим для человека, но это значит, что, для того чтобы научиться читать Книгу Природы, необходимо овладеть хотя бы крохами божественного знания. Но разве это возможно для человека? Галилей полагал, что да, возможно. Более того, мы ***уже*** (вспомним бруновское – мы уже видим иные миры) владеем элементами такого знания, и это знание – математика. В «Диалоге» Галилей писал, что математическое знание по своему совершенству равно божественному. По Галилею, Бог не может знать свойства геометрических фигур – эти творения человеческого ума – лучше, чем человек, их придумавший. (Вот где, кстати, возможные причины для крайнего возмущения папы.) Бог может знать намного больше теорем, Он может мгновенно постигать их доказательства, но Он не может знать их лучше человека. Или, как через 30 лет скажет Томас Гоббс: король может уволить придворного математика, но он не в состоянии отменить доказательства ни одной теоремы.

Но как связать идеальный мир математики с реальным миром? Ведь у геометрических объектов нет ничего общего с реальными телами, и именно поэтому Аристотель считал невозможным применение математики для описания «неправильных» и изменчивых земных явлений, столь отличных от тех явлений, которые мы наблюдаем на небе. И вот, в поисках связующего звена Галилей обращается к особому, тоже созданному человеком миру механических орудий и устройств, и этот искусственный мир становится для Галилея и рождающейся новой физики времени основой для понимания мира природных явлений.[8] Дело в том, что мир механических (других тогда в общем-то не знали) орудий одновременно идеален и реален. Инженер,

---

[8] Персонаж «Диалога» Сальвиати, обращаясь к любителю книжной мудрости Симпличио, говорит последнему: «Я начинаю думать, что вы до сих пор принадлежите к числу тех, кто, желая узнать, как происходит что-либо и приобрести сведения о явлениях природы, обращается не к лодкам, самострелам или артиллерийским орудиям, а уединяется в кабинет для перелистывания оглавлений и указателей в поисках, не сказал ли чего-либо об этом Аристотель; удостоверившись в правильном понимании текста, они ничего более не желают и полагают, будто ничего иного и знать нельзя».

создающий то или другое орудие, имеет дело с природными материалами, но руководствуется при этом идеальными образами и моделями. Причем, создавая на основе своего практического опыта эти мысленные модели, а затем и реальные устройства, инженер, сам того не осознавая, может выходить за границы аристотелевской физики. Например, когда стремится уменьшить сопротивление среды движению тела. Вот это-то неявное знание[9] Галилей и извлекает из человеческого ума при помощи своих мысленных экспериментов. Через все диалоги Галилея красной нитью проходит обращение к собеседнику: «Вы сами не осознаете, что Вам уже известно правильное понимание сути явлений, но я Вам сейчас это покажу». Анализируя эту особенность трудов Галилея, французский историк и философ науки А. Койре отметил, что Галилей не столько учился у инженеров, сколько сам объяснил им, что они делают.

Анализируя работу хорошо всем известных реальных механических устройств, Галилей идеализирует их, создавая невесомые рычаги и блоки, бесконечные прямолинейные движения без трения, пустое пространство и т.п. Такие идеализации – это особый метод теоретизирования. Суть этого метода заключается в том, что для понимания работы реальных устройств или природных явлений, ученый создает в своем воображении идеальные конструкции, напоминающие своим совершенством движения небесных светил. И вот, для анализа и описания этих идеальных конструкций уже можно применять математику.

Интересно, что сейчас такому методу теоретизирования учат на уроках физики в школе, и это обучение вызывает у немалого числа школьников серьезные трудности. Школьники не понимают, почему физику нельзя просто выучить по учебнику, и почему при решении задач надо реальные, легко представимые ситуации представить в виде каких-то материальных точек или других, столь же далеких от их повседневного опыта объектов.

К сожалению, в школе очень редко объясняют, что «напрямик» к реальным объектам законы физики, о которых они узнали из учебника, применить невозможно. Для того, чтобы их, законы, применить надо вначале построить идеальную модель, очень мало похожую на рассматриваемые объекты. Затем, после вычислений, нужно вернуться в реальный мир, и, если задача мало-мальски сложная, то такое движение от реального к идеальному и обратно необходимо совершать несколько раз. При этом школьники также далеко не всегда понимают, почему в одних случаях перемещаемый ящик надо рассматривать, как материальную точку, а в других случаях, – как протяженный предмет и т.д. Не удивительно поэтому, что школьники жалуются на сложность физики и говорят, что математика, в которой они имеют дело только с фигурами и числами, им понятнее.[10]

---

[9] Концепция неявного (невербализуемого, подразумеваемого) знания и его фундаментальной роли в научных исследованиях была на рубеже 1950–60-х гг. разработана английским философом науки Майклом Полани (Polanyi) (1891–1976).

[10] Изучаемый школьниками второй закон Ньютона, согласно которому ускорение тела прямо пропорционально действующей на него силе и обратно пропорционально массе

Естественно все эти проблемы, причем в несоизмеримо более острой форме, стояли перед Галилеем и другими создателями новой науки. Основы классической физики, заложенные в XVII веке, были не менее «странны» и парадоксальны, чем ее неклассическое продолжение в XX веке. Призывая обратиться к изучению самой природы, Галилей для этого изучения создает идеальный мир, который рассматривается как истина мира реального. Более того, реальный мир постигается не сам по себе, а в его возможности стать миром идеальных объектов (движений, рычагов, снарядов и т.д.). Другими словами, в рамках науки Нового времени мы постигаем природу лишь в той степени, в какой можем ее изменять, воплощать в ней свои замыслы, делать частью создаваемой нами техносферы.[11]

Научная революция XVII века – это идеализация, теоретическое продолжение технической революции, которая началась в европейских городах в XII веке. И эта техническая революция, следы которой мы видим даже на полотнах художников, писавших на темы библейских сюжетов,[12] создавала ту коллективную интуицию неявного знания, которую активно использовал в своих мысленных экспериментах Галилей, обнаруживая в человеческом мышлении бездны знаний о природе, которые остается «лишь» извлечь. Да, в Новое время мы можем постигать природу лишь в той степени, в какой можем ее изменять, преобразовывать под наши практические цели. Но, с другой стороны, ученые получили возможность использовать колоссальные запасы знаний, накопленных за тысячи лет практической деятельности. Именно это и позволило науке Нового времени начать развиваться с такой скоростью. Открытие этих запасов знаний оказалось для

тела, кажется очень простым, и непонятно, почему для его формулировки понадобилось две тысячи лет. Неужели Аристотель не мог сообразить, что чем больше действующая сила, тем быстрее будет расти скорость тела? Мог, конечно, но такая формулировка вызвала бы у философа множество вопросов. Разве рост скорости не зависит от условий движения тела или от его формы и размеров, от того, как именно приложена сила и на сколько она велика (например, достаточно значительная сила, приложенная к нижней части стоящего ящика, может заставить его опрокинуться, а не перемещаться поступательно) и т.д. Как же возможно втиснуть всё это бесконечное множество случаев в столь простую формулу? Но в том-то и дело, что эта формула не является эмпирическим обобщением закономерностей движений множества тел. Более того, этот закон вообще не относится к движениям реальных тел. Он сформулирован для движения материальной точки в абсолютном пространстве Галилея-Ньютона. А для того чтобы применить его для описания движения реальных тел, нужно при помощи других идеальных моделей показать, как эти тела связаны с материальной точкой, то есть с идеальным объектом. Сложно, конечно, но зато у нас есть закон, обладающий фантастической степенью общности, применимый для расчетов движений тел ***во всех случаях***, когда можно не учитывать релятивистские и квантовые эффекты.

[11] Понятно, что такое познание имеет мало общего с идеалами во многом созерцательного знания Античности или Средневековья.

[12] Эти мотивы, встречающиеся на полотнах художников XVI–XVII веков, давно отмечены искусствоведами и интерпретированы, как понимание людьми той эпохи того, созидательный труд, использующий механические устройства, приобретает библейский смысл, то есть смысл сотворения нового мира.

человечества намного важнее открытия Нового Света. Вот, собственно, в чем заключалось главное достижение научной революции XVI–XVII веков.

На протяжении многих столетий теоретическое мышление и практическая деятельность существовали независимо друг от друга. Были созданы великолепные по своей красоте и глубине мысли философские, религиозные и этические системы, до сих восхищающие нас и служащие нам духовными ориентирами. Но при этом оставалось непонятным, как можно связать теоретическое знание, в том числе математику, с опытным изучением природы, опирающимся в конечном счете на совершенно ненадежные показания чувств. Поэтому главная заслуга научной революции не только и даже не столько в отдельных изобретениях, космологических теориях, новых направлениях математики и т.д., сколько в преодолении пропасти между теоретическим знанием и практикой. Исключительно важный вклад в это преодоление сделал Галилей. Безусловно, он был далеко не единственным ученым, закладывавшим основы новой физики, но Галилей был первым, кто в «Диалоге» детально показал, как должен мыслить физик. Именно поэтому Эйнштейн назвал Галилея «отцом современной физики». Впрочем, Галилей был отцом не всей физики, а преимущественно ее теоретической части. О том, как закладывались основы экспериментальной физики, будет рассказано на следующих лекциях.

И еще. Когнитивные проблемы, с которыми столкнулся Галилей, продолжали оставаться актуальными и после завершения начатой им и другими учеными научной революции. Более того, эти проблемы актуальны и ныне. Научное мышление и причины его потрясающей успешности – предмет многочисленных обсуждений и споров. В качестве дополнительного материала к этой и следующей лекциям я хочу предложить две своих статьи, в которых затрагиваются эти вопросы. Обе они посвящены творчеству и судьбам физиков-теоретиков, живших и работавших в XX веке. Одна из них посвящена Максу Планку, другая – Полю Дираку, В.Л. Березинскому, а также роли юмора в теоретической физике.