

ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ КАК ФИЛОСОФ ТЕХНИКИ (СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ ПОДВИГ, КОТОРЫЙ ИЗМЕНИЛ МИР)

Широкому кругу читателей хорошо известно, что имя великого итальянского ученого Галилео Галилея связано с утверждением коперниканской гелиоцентрической системы мира, открытием телескопа и конфронтацией с ортодоксальным учением христианской церкви. По этому поводу написано множество исторических и художественных работ, и почти каждый философ науки в той или иной мере в свое время обращался к анализу галилеевской методологии экспериментального и математизированного естествознания. Следует отметить не только важный вклад Галилея в становление новой методологии науки, а именно экспериментального и математизированного естествознания, но и в развитие современной «философии» техники, той программы сциентификации техники и технизации науки, которая поэтапно реализовывалась в течение трех последующих столетий.

Исследованию феномена Галилея посвящено огромное количество философских и историко-научных работ на разных языках¹. Однако согбенная, но оставшаяся непреклонной фигура Галилео Галилея привлекает к себе все новых и новых исследователей². И это отнюдь не случайно. Никто иной не оказал такого мощного влияния на всю последующую науку, разве что Ньютон. Но Галилей, по общему единодушному признанию, был первым творцом истинно Новой науки, хотя многие ученые называли свои трактаты и до него именно так. Он был одновременно и великим ученым и философом, прежде всего методологом этой новой науки. И действительно Галилей, иногда оши-

¹ Достаточно назвать лишь некоторые из них: *Koyre A. Galilei. Die Anfänge der Neuzeitlichen Wissenschaft. Berlin, 1988; New Perspectives on Galileo. Butts R.E., Pitt J.C. (ed.). Dordrecht, Holland / Boston (USA), 1978; Theory Change, Ancient Axiomatic, and Galileo's Methodology. Proceedings of the 1978 Pisa Conference on the History and Philosophy of Science. Vol. I. Dordrecht, 1981; Wallace W.A. Prelude to Galileo. Dordrecht, 1981; Finocchiaro M.A. Galileo and the Art of Reasoning. Dordrecht, 1980; Фантоли А. Галилей: в защиту учения Коперника и достоинства святой церкви. М., 1999 и т. д.*

² Подчеркивая роль Галилея в «коперниканской революции», С.Тулмин отмечает, что точно так же, как и в случае с Коперником, в популярных изданиях рисуют зачастую неверную историко-научную картину. В области развития механики, например, утверждается, что между Аристотелем и Галилеем было время стагнации в науке, связанное с тем, что монахи и философы не покидали сферы формальной логики из любви к схоластической казуистике. Галилей же с помощью введенного им «экспериментального метода» все время разоблачал ложные выводы и ошибки средневековых ученых. Последние историко-научные исследования показывают, однако, что это дает искаженное представление о действительной истории. В течение многих столетий, разделяющих Аристотеля и Галилея, механика как наука о движении материальных тел и действующих на них сил – демонстрирует все новые и новые успехи. Да и труд всей жизни Галилея нужно понимать, собственно говоря, лишь как вершину этой средневековой традиции. Именно из этой традиции выросли и обсуждаемые им вопросы, и сама методика ведения им доказательств, даже используемые им термины происходят из средневековых источников. Таким образом, без воспринятых Галилеем средневековых научных традиций (например геометризации понятий аристотелевской физики средневековым ученым Николаем Орезмом) он вообще не смог бы сделать своих открытий (См.: *Toulmen S., Goodfield J. Modelle des Kosmos. München, 1970*).

боясь в частностях, создал новый стиль мышления и рассуждения, который мы отождествляем с экспериментальным и одновременно математизированным естествознанием. Поппер, например, отмечает, что теория приливов и отливов Галилея является приемлемой, но в такой форме неверной. Тем не менее для нас важен в данном случае способ его рассуждения, ставший методологической основой новой науки, а не выводы.

Однако если его вклад в методологию науки является общепризнанным³ – многие по праву считают даже, что коперниканская революция была на самом деле галилеевой, – то его роль как философа техники отходит, как правило, на второй план. А ведь именно он задал тот стиль мышления, который мы называем сегодня инженерным и связываем с целенаправленным применением науки в технической практике. Больше того, и в самой науке Галилей выступил как истинный инженер, осуществляя научное исследование как конструирование. Как очень точно отметил М.А.Розов, сегодня «мы сталкиваемся с конструкторской деятельностью, инженерной по своей сути во всех областях познания... любая теория и даже факты, на которых она базируется, – это продукт конструирования»⁴. Но и здесь Галилей был первым и мастерски построил новую методологию научного конструирования; современная наука и техника пользуются ею до сих пор. Именно анализу этого аспекта творчества великого Галилея посвящается данная статья.

1. Галилей как методолог научного конструирования в новой науке

Галилей оказался в центре внимания основных представителей постпозитивизма, которые, опираясь на его пример, успешно опровергали те или иные ходячие псевдоисторические легенды о решающей роли эксперимента и эмпирии в науке Нового времени.

Койре по этому поводу отмечает, что многие исследователи (и позитивисты прежде всего) выдвигали на первый план борьбу Галилея против авторитетов, в первую очередь против Аристотеля, т. е. против научной и философской традиции, которая была освящена церковью и преподавалась в университетах. При этом особое значение придавалось ими той роли, которую играли в новой науке наблюдение и опыт. Действительно, эту роль нельзя отрицать, и в работах Галилея можно найти многочисленные тому подтверждения, в том числе иронические высказывания против всякого, кто не доверяет своим глазам, потому что увиденное противоречит каноническому учению. Галилей нанес удар общепринятой в то время астрономии и космологии, построив телескоп и, наблюдая через него Луну и другие планеты, открыл спутники Юпитера.

Однако не спонтанное наблюдение и рассудочный опыт играли решающую роль в становлении и обосновании новой науки, а точно планируемый эксперимент. Напротив, первые были помехой, поскольку основывались тогда на аристотелевской физике, гораздо более соответствующей здравому смыслу, чем рассуждения Галилея. Экспериментирование – это методиче-

³ По этому поводу, например, А.Койре отмечает, что Галилей скорее осуществил важную методологическую работу, чем научную работу в современном смысле этого слова, поскольку решение астрономических проблем зависело от обоснования новой физики и, прежде всего, от ответа на философский вопрос о роли математики в науке о природе. То, что он создал, – это математическая философия природы, или геометрическая математизация природы.

⁴ Розов М.А. Инженерное конструирование в научном познании // Филос. журн. 2008. № 1. С. 67.

ское средство задавать природе вопросы, необходимым условием чего было использование языка математики, чтобы сделать ответы понятными и интерпретируемыми. Для Галилея это был язык геометрии, язык кривых, кругов и треугольников. Но выбор языка науки не определяется опытом, – подчеркивает Койре, – а восходит к философскому источнику.

По Фейерабенду, коперниканская революция представляла собой пропагандистскую победу, а критика Галилеем повседневного опыта была методом контриндукции. В противоположность распространенному мнению, что Галилей победил благодаря опытному подтверждению теории Коперника, Фейерабенд показывает, что при защите своих любимых идей Галилей был вынужден вступать в противоречие с опытом и обоснованными предположениями, а теория Коперника была не лучше, а хуже подтверждена, чем теория Птолемея. Галилей победил потому, что он писал по-итальянски, обращаясь к инженерам и ремесленникам, не знавшим латыни, благодаря стилю диалога и умным приемам убеждения. Фейерабенд продолжает еще более определенно: телескоп Галилея – «высшее чувство», которое «приближает небеса» и «светлее любого обычного факела», – и идея, что подзорная труба показывает мир лучше, чем невооруженный глаз, были для его противников (а они вовсе не были так глупы, как нам сегодня кажется) настолько же надежными, насколько для нас надежным научным аргументом считаются летающие тарелки. Телескоп Галилея был лучшим, что тогда было, однако он был все еще неудобным инструментом без крепления и с таким малым полем зрения, что не столько удивительно, что Галилей увидел сквозь него «луны» Юпитера, сколько что он вообще нашел с его помощью сам Юпитер. К этому следует добавить «небольшую световую корону» (ореол, иррадиацию) и то, что увеличение и внутренняя структура изображения полностью зависят от телескопа и от глаза наблюдателя. Требуется навык и множество теоретических допущений, чтобы выделить из воспринятого в конечном счете изображения вклад источника восприятия и подготовить его для проверки. В случае с коперниканской теорией были еще необходимы новая метеорология, физиологическая оптика, новая динамика и т. д. – целый ряд вспомогательных наук, описывающих сложные процессы, происходящие между глазом и предметом восприятия и еще более сложные процессы между роговой оболочкой глаза и мозгом. Наблюдения становятся релевантными лишь после того, как к ним были подсоединены описанные этими науками процессы, происходящие между глазом и миром. Кроме того, должен быть подробно исследован язык, с помощью которого мы описываем наши наблюдения. Таким образом, проверка коперниканского учения предполагает совершенно новую картину мира с новым представлением о человеке и о его способности познавать⁵.

Кардинал Белармин пишет в своем письме от 12.04.1615 отцу Фоскарине: «Если бы действительно существовало доказательство того, что Солнце находится в центре универсума, а Земля располагается на третьем небе и что не Солнце вращается вокруг Земли, а Земля вокруг Солнца, тогда мы были бы должны относиться с осторожностью при интерпретации произведений тех авторов, которые учат о противоположном... Однако, что касается меня самого, то я не верю в существование такого доказательства...»⁶. Фейерабенд отмечает далее, что тогда не существовало доказательства коперниканской теории, более того, она противоречила имеющимся данным. Имели место также и более философские соображения. Интересны, например, аргумен-

⁵ Фейерабенд П. Избранные труды по методологии науки. М., 1986.

⁶ Santilliana G. de. The Crime of Galilei. Chicago, 1965. P. 99.

ты Франческо Сицци против открытия спутников Юпитера: «...эти спутники Юпитера невидимы простому глазу и поэтому не могут оказывать какого-либо влияния на Землю, они являются, следовательно, бесполезными, а потому вообще не существуют»⁷.

Койре по праву, считает Фейерабенд, называет книгу Галилея полемической педагогической и пропагандистской книгой. Однако нужно признать, замечает он, что в той особой исторической ситуации, в которой находился Галилей, такая пропаганда была необходимой для прогресса познания. Результатом галилеевой пропаганды был *переход от аристотелевской теории познания к теории познания классического эмпиризма*. Необходимо, однако, отметить, пишет Фейерабенд, что принятие асимметрического отношения между опытом и теорией (опыт контролирует теорию, но сам теорией не контролируется) в случае Галилея не соответствует действительности. Коперниканская революция раз и навсегда покончила с такой асимметрией. В этом случае подлежат изменению и теория, и опыт, и последний изменяется, чтобы освободить пространство теории, которая кажется более единообразной, более удовлетворительной, более рациональной, так что в ней целое самым простым способом приходит в удивительную гармонию с ее частями. Решающим является, во-первых, то, что эта теория обладает определенными преимуществами, ради которых она и принимается, и, во-вторых, что измененная теория и измененный опыт становятся также в гармоничные отношения друг с другом⁸.

Этот факт отмечает и Т.Кун⁹. Законы Галилея и его эксперименты были важнее для науки, чем аристотелевские представления. Они не лучше описывают повседневный опыт, но вскрывают лежащие за пределами этого чувственного опыта регулярности. Галилей обосновывает свой закон свободного падения, не наблюдениями, а цепью логических аргументов. И хотя любой человек, воспитанный с детства на научных представлениях, ответит, что тяжелые и легкие тела, согласно закону Галилея, падают с одинаковой скоростью, в повседневной жизни тяжелые тела падают быстрее, чем легкие. Простое чувственное восприятие не подтверждает галилеева закона. Чтобы его проверить наблюдением, требуется специальное оборудование. Телескоп сам по себе не мог служить доказательством, но он оказался весьма результативным оружием для пропагандистской борьбы. После 1609 г. люди, которые не имели раньше почти никакого представления об астрономии, сами посмотрев через телескоп, могли убедиться, что Вселенная не соответствует наивным предрассудкам здравого смысла. Труд Галилея сделал астрономию всеобщим достоянием, и эта популярная астрономия была коперниканской. Коперниканское учение перестало быть лишь математической гипотезой и приобрело физическое значение. Произошел переворот в мировоззрении не только ученых, но и всего общества, кардинальное изменение картины мира – *научная революция*. Однако введение в обиход телескопа вызвало и новую волну оппозиции против коперниканского учения, – подчеркивает Т.Кун. Одни вообще отказывались смотреть в телескоп на небо на том основании, что если бы Господь желал применения телескопа, он бы оснастил са-

⁷ Fahie J.J. Galilei, His Life and Work. L., 1903. Reprint, Dubuque, Iowa, 1963. P. 103.

⁸ Feyerabend P. Der Wissenschaftstheoretische Realismus und die Autorität der Wissenschaften. Ausgewählte Schriften. Bd. 1. Braunschweig, Wiesbaden, 1978; Feyerabend P. Probleme des Empirismus: Schriften zur Theorie der Erklärung d. Quantentheorie u.d. Wissenschaftsgeschichte. Ausgewählte Schriften. Bd. 2. Braunschweig, Wiesbaden, 1981.

⁹ См.: Kuhn T. The Copernican Revolution. Planetary Astronomy in the Development of Western Thought. Harvard Univ. Press, 1957.

мого человека телескопическими глазами. Другие, посмотрев в телескоп на небо, утверждали, что видимые в нем объекты все же не существуют на небе, а в нем самом. Но большинство противников рассуждали более рационально. Они соглашались, что открытые Галилеем явления находятся на небе, но что это само по себе еще не доказывало выдвигаемых им утверждений. И в этом они были правы, поскольку телескоп давал указание, но не мог служить доказательством.

Не обошли Галилея своим вниманием и неопозитивисты. Именно с Галилея, по Рейхенбаху, начинается эпоха современной науки, поскольку он является творцом количественного и экспериментального метода. В том эксперименте, с помощью которого он установил свой закон свободного падения, и был создан такой метод, который соединил воедино эксперимент с измерением и математической формулировкой. Вместе с Галилеем целое поколение ученых перешло к использованию эксперимента для научных целей. Первым шагом к научному исследованию была классификация, но Фрэнсис Бэкон был не в состоянии разработать теорию индуктивного метода математической физики. Лишь Галилей, – продолжает Кун, – создал математический метод, который превзошел бэконовскую классификацию. Однако для развития действительно научного подхода, по мнению Рейхенбаха, должен был быть еще разработан метод математической гипотезы. А это впервые удалось Ньютону в его гравитационной теории, показавшей большое значение комбинирования дедуктивного и индуктивного методов. «Для неопозитивистов в целом ни работы Птолемея, ни работы Коперника, ни работы Галилея еще не являются в строгом смысле научными. Даже Галилей, один из признанных творцов новой экспериментальной и математизированной науки, принадлежит во многом лишь преднауке, поскольку подлинная наука начинается с Ньютона, создавшего гипотетико-дедуктивный метод и образец построения действительно научной теории»¹⁰.

Мы можем отыскать в истории науки истоки многих идей Галилея, но гениальность его как методолога науки состояла прежде всего в том, что он указал путь, по которому пошла не только наука Нового времени, но и вся современная наука. Он задал методологию теоретического конструирования – проектирования различных экспериментальных ситуаций для получения новых знаний о природе – мысленного эксперимента. Именно так действовал намного позже, например, Генрих Герц, который провел свои знаменитые опыты, доказавшие верность электродинамической теории Фарадея-Максвелла. Герц, отвечая на запрос одного швейцарского физика передать ему свое экспериментальное оборудование, отметил, что его у него нет. Герц, конечно, проводил свой эксперимент на конкретном оборудовании «здесь и сейчас», но его главное достижение – создание проекта целой серии экспериментальных ситуаций. И действительно весь мир стал повторять его опыты в различных вариациях. Точно так же и Галилей, не просто создавший свой телескоп, но открывший миру новый способ оперирования техникой для расширения горизонта знаний, запустил целый поток «конструкторов», совершенствовавших как само это устройство, так и способы оперирования с ним. Он осуществил замену обыденного опыта технически планомерно подготовленным экспериментом. К.Поппер по этому поводу отмечает: «Часто утверждают, что история научных открытий зависит от чисто технических изобретений новых инструментов (например, ...подзорная труба Галилея). В противоположность этому я верю, что история науки является в сущности

¹⁰ *Gingerich O. The Copernican Celebration // Science Year. 1973. P. 266f.*

историей идей. Увеличительные стекла были уже известны задолго до того, как у Галилея появилась идея использовать их в астрономической подзорной трубе ... новая теория – действует как новый орган восприятия, была ли она вызвана влиянием техники или нет»¹¹.

Галилей в своих «Диалогах» показал, отмечает Фейерабенд, что не теория была приспособлена к опыту, а наоборот, – опыт к теории. Эта задача была осуществлена двояким путем: 1) путем понятийной ревизии этого опыта и 2) через изменение чувственных элементов опыта. Галилей много раз подчеркивал, что обыденный опыт, на котором покоилась аристотелевская теория, не годится в качестве основания астрономических исследований. Наши чувства являются слишком слабыми, чтобы открыть спутники Юпитера, звездную природу туманностей, небольшие пятна на Солнце, детали лунной поверхности, фазы Венеры и многое другое. Несчетное количество звезд на небе остается навсегда скрытым для человеческого глаза. Поэтому, – по Фейерабенду, – необходима троичная критика обыденного опыта: 1) он является недостаточно подробным, чтобы показать нам действительное строение мира; 2) он обманывает нас в виду идиосинкразии чувств, которые ставят на пути восприятия собственные препятствия; 3) он отнюдь не является «чистым опытом», поскольку не свободен от теоретических предположений и его выдвигание в качестве аргумента часто тесно связано с теми идеями, которые сами требуют исследования.

Конечно, Галилей опирался на предшественников. Достаточно назвать Вильяма Гильберта, который, оперируя со специально технически подготовленным «прибором» тереллой (маленькой Землей), переносил полученные знания на большой природный объект – Землю, наделив ее магнитным полем, и даже создавал на этой основе новые навигационные приборы. Но Галилей не просто «работает по образцам технического конструирования»¹², но и строит новый «геометро-кинематический объект»¹³ – абстрактный объект физической теории. И здесь у него были предшественники. Уже Анаксимандр создает первый научный прибор для исследования космических явлений – гномон. Он так же, как и Галилей, усовершенствует до него известное техническое устройство измерения времени для научных целей. Но у Анаксимандра данный прибор пассивен, он не расширяет возможности наблюдения, космические феномены сами являют себя в виде игры света и теней¹⁴. Телескоп же Галилея поистине меняет сам способ наблюдения, активного наблюдения, расширяя видимый нами мир. Более того, Галилей часто конструирует и сам новый объект исследования, меняя его с помощью доступных технических средств, например, в опыте с куском воска, в который он вставляет последовательно все новые и новые

¹¹ Popper K. Auf der Suche nach einer besseren Welt. Vorträge und Aufsätze aus dreißiger Jahren. München–Zürich, 1984. S. 185–188, 73.

¹² Розов М.А. Теория социальных эстафет и проблемы эпистемологии. Смоленск, 2006. С. 390.

¹³ Ахутин А.В. История принципов физического эксперимента (от античности до XVII века). М., 1976.

¹⁴ Геометрическая игра света и теней в гномоне не зависит от наблюдателя, являясь объективным репрезентантом реального космоса. «Математическая идеальность в Древней Греции никогда не соотносилась с думающим субъектом... В игре теней у подножия гномона демонстрируется реализм идеальностей, форма как вещь или вещь как форма... Точка, прямая, угол, поверхность, круг, треугольник, квадрат... возникают там в качестве идеальных форм, оказываясь посредниками среди самих вещей, в реальном мире, реальные как и лучи света и тени, однако в качестве их общих границ» (Ritter J. Jedem seine Wahrheit: die Mathematiken in Ägypten und Mesopotamien // Elemente einer Geschichte der Wissenschaften / Hrsg. M.Serres. Frankfurt a/M., 1994. S. 124–126).

свинцовые частички¹⁵. До Галилея же научное исследование по античному образцу мыслилось как получение знаний об объекте, который всегда рассматривался как неизменный. Никому не приходило в голову практически изменять изучаемый реальный объект (в этом случае он мыслился бы как другой объект). Античные и средневековые ученые, напротив, старались усовершенствовать теоретическую модель, чтобы она полностью описывала поведение реального объекта¹⁶. Для античного ученого в этом случае речь шла бы о новом объекте исследования. Для Галилея же – это тот же самый абстрактный объект теории, покрывающий целый класс похожих в общем, но отличных в конкретном экспериментальных объектов. Это возможно именно потому, что в них скрыта математическая схема. И здесь мы находим его предшественников.

Архимед и Герон Александрийский соединили механику с математикой. Первый строит теорию спирали явно на основе изобретенной им «улитки Архимеда», которая впрочем еще в Древнем Египте применялась для подъема воды, второй дает классификацию простых машин и их математическое представление¹⁷. Архимедова спираль – это кривая, образуемая движением точки по линии, «которую можно определить как траекторию точки, участвующей в двух движениях, прямолинейном и равномерном (относительном) по прямой, равномерно вращающейся вокруг одного из своих концов (переносном)», причем предложения I и II в доказательстве Архимеда «носят чисто механический характер», т. е. явно навеяны практической механикой (винт Архимеда). «Если какая-нибудь прямая в плоскости, равномерно вращаясь вокруг одного своего конца, удерживаемого неподвижным, вернется опять в исходное положение, и одновременно по вращающейся прямой равномерно движется некоторая точка, выходя из неподвижного конца, то эта точка на упомянутой плоскости опишет спираль»¹⁸. Подобным образом рассуждает и Галилей, сводя, например, винт к наклонной плоскости, как отмечает М.А.Розов, накрутой на цилиндр¹⁹. Для Галилея наклонная плоскость – это не только «простая машина» – искусственный объект, приспособленный для экспериментальной деятельности, но прежде всего *абстрактный объект научной теории*, используемый для проведения математических доказательств (объект оперирования), и в то же время – репрезентант специально подготовленного естественного объекта, на котором можно наблюдать физические процессы, не встречающиеся в «чистом виде» в природе. Такое оперирование с геометро-кинематическими объектами у Галилея, однако, соотносит-

¹⁵ «Кто хочет произвести подобный опыт с ... удобным материалом, легко принимающим любую форму, может взять чистого воска и сделать из него шарик или другую плотную фигуру и затем прибавить к воску свинца в таком количестве, чтобы эти фигуры с трудом тонули, т. е. чтобы свинца на одно зернышко менее было бы уже недостаточно для их погружения. Придав тому же воску форму сосуда и наполнив его водою, найдем, что без свинца он не пойдет ко дну, а со свинцом опустится с медленностью; в общем налитая вода не внесет никакого изменения» (*Галилео Галилей*. Избр. труды: В 2 т. Т. 2. М., 1964. С. 56–66).

¹⁶ См.: *Розин В.М.* Опыт изучения научного творчества Галилео Галилея // *Вопр. философии*. 1981. № 5.

¹⁷ Герон Александрийский рассматривает 2 типа комбинаций: «1) комбинации однородных “простых машин” – сочетания по несколько блоков, воротов и рычагов; 2) комбинации неоднородных “простых машин” – сочетания ворот-винт, блок-рычаг-ворот-винт. Сопровождая описания этих комбинаций числовыми примерами, он на каждом из них демонстрирует “золотое правило механики”» (*Левина И.С., Рожанская М.М.* У истоков механики машин // *Исследования по истории механики*. М., 1983. С. 106, 107).

¹⁸ *Архимед*. Соч. М., 1962. С. 518, 220, 245.

¹⁹ *Розов М.А.* Теория социальных эстафет и проблемы эпистемологии. С. 390.

ся с природными объектами, в которых заключена математическая схема. И здесь он идет наперекор распространенному тогда аристотелевскому представлению о применимости математики только к объектам надлунного мира, по своей природе являющимися идеальными геометрическими объектами.

Как отмечает Койре, по Аристотелю, физик исследует действительность, а геометр размышляет об абстракциях, поэтому он настаивает на том, что нет ничего опаснее, чем смешивать геометрию и физику и чисто геометрический метод применять для изучения природы. В основе аристотелевской физики лежит чувственное восприятие и поэтому она является строго нематематической, отрицает саму возможность математической физики. Галилей вынужден отбросить пестрый, качественный мир чувственных восприятий и заменить его бесцветным, абстрактным, архимедовым миром: в царстве чисел нет места качеству, природа написана геометрическими знаками. Так же, как физика его истинного учителя Архимеда была геометрией покоя, галилеева физика является геометрией движения. Новая наука заменила расплывчатые и полукачественные понятия аристотелевской физики системой жестких и строго количественных понятий, т. е. конкретное пространство догалилеевской физики абстрактным и однородным пространством евклидовой геометрии, поскольку книга природы написана языком математики. Галилей был первым, – заключает Койре, – кто поверил в действительную реализацию математических форм в реальном мире: все существующее в этом мире подчинено геометрическим формам, все движения и формы (не только регулярные и возможно вообще не имеющие места в природе, но и нерегулярные, являющиеся также геометрическими и точными, хотя и более сложными) подчинены математическим законам.

И здесь мы снова находим предшественников. Николай Орезм в своем трактате «О конфигурации качеств» соотносит представления геометрии с понятиями аристотелевской физики, вводя, например, такое важное для всей последующей физики понятие материальной точки. Как отмечает С.Тулмин, Орезм сделал важный шаг, открыв науку об изменяющемся. Тогда физический объект может быть выражен геометрически, а геометрический – физически. Например, геометрическая точка может двигаться по геометрической фигуре – «линии предмета» (траектории). Здесь фактически Орезм соотносит математическую (геометрическую) теоретическую схему с физическими представлениями и процессами: «неделимая точка не есть что-либо реальное, ни линия, ни поверхность, хотя воображение их пригодно для лучшего постижения меры вещей... мера двух любых линейных или поверхностных качеств, также как и скоростей, соответствует мере и отношению фигур, посредством которых они в воображении сравниваются друг с другом. Итак, чтобы найти меру качества или скорости и определить их отношения, нужно довериться геометрии и вернуться к геометрии»²⁰. Открыв с помощью телескопа и доказав теоретически²¹ существование гор на Луне, Галилей придал

²⁰ Орезм Н. Трактат о конфигурации качеств // Историко-математические исследования. Вып. XI. М., 1958. С. 703–703. В сущности еще Анаксимандр в отличие от древних вавилонян осуществил переход от арифметических расчетов к геометрическим представлениям. Он представлял себе Землю в качестве покоящегося в центре Вселенной цилиндра. «С Анаксимандра начинается тот процесс, который привел на место простой арифметической астрономии древних восточных культур геометризацию этой науки. Оказывается, что также более поздняя традиция греков осознала, что Анаксимандру принадлежит первенство в геометризации картины мира» (Szabo A. Das geozentrische Weltbild. Muenchen, 1992. S. 96).

²¹ Галилей сконструировал новый абстрактный объект – *поверхность, образованную из бесконечного количества очень маленьких поверхностей, расположенных с бесконечным разнообразием наклонов, схожий с идеализированным объектом радиолокационной*

геометрическим построениям физический онтологический статус. Теперь математические схемы, физические описания и технические модели соотносены друг с другом, и можно в рамках теоретического рассуждения переходить от одного уровня описания к другому с целью получения новых знаний о природных объектах. Галилеем осуществляется «подгонка» техническим путем природных объектов под математическую схему. Таким образом, получаются *идеально-реальные, природно-математические синкретические объекты*, т. е. природные объекты, «внутри» которых скрыта математическая (геометрическая) схема. Техническим способом приблизить несовершенные («выпирающие» из совершенной геометрической формы) природные объекты к идеальным, математическим, совершенным является, например, шлифовка, выбор неподдающегося деформации материала и т. п., позволяющие *искусственно усовершенствовать естественные объекты*, для которых можно пренебречь незначительным отклонением от идеальной формы. В своих рассуждениях Галилей постоянно переходит от физической проблемы к решению математической задачи на геометрическом чертеже и далее к подтверждению полученного теоретически результата на структурной схеме эксперимента.

В этом он близок к физической геометрии и теории перспективы художников эпохи Возрождения. Альберти, например, отмечает, что он рассуждает «не как математик, а как живописец; математики измеряют форму вещей одним умом, отрешившись от всякой материи». Поэтому он дает материальные, зримые образы математических объектов, определения которых даются не математически, а скорее физически: «...поверхности измеряются некими лучами, как бы служителями зрения, которые передают чувству форму предметов». Эти лучи Альберти представляет в виде тончайших нитей, идущих от глаза к противоположащей поверхности. Таким образом, здесь налицо «*математизация природы*», характерная для современного математического естествознания со времен Галилея в отличие от качественной физики – «философии природы» Аристотеля. Эти художники являются одновременно, а иногда и в первую очередь инженерами, подобными самому творцу природы: «Машину мироздания можно назвать великой и благородной живописью, рукою господина и природы нарисованной». Живопись для художников эпохи Возрождения – это не простое копирование природы, а конструирование совершенного изображения: если такового нет в природе, художник составляет его из различных существу-

теории – «*релеевской целью*», состоящей из большого количества отражающих элементов сравнимых размеров. «Релеевская цель», с одной стороны, – объект математической статистики (вероятностное распределение Релея), а с другой – имеет четкий коррелят в электродинамике, т. е. является абстрактным объектом соответствующей физической теории. Аналогично описание Галилея в трактате «Пробирных дел мастер»: если поверхность не ровная, а волнистая и изобилует возвышениями и впадинами, то она как бы составлена из великого множества маленьких зеркал, расположенных под различными наклонами и видимых в тысячах различных ракурсах. Так же и Луна, имея шероховатую и негладкую поверхность, отражает солнечный свет во все стороны и остается для любого наблюдателя всегда светлой. Галилей апеллирует не просто к наблюдению, а к ремесленной практике: также и бриллианты выделяются со многими гранями, а отшлифованная сталь под некоторыми углами зрения кажется блестящей, а под другими, наоборот, – темной. Далее он движется в плоскости математических теоретических схем, решая сформулированную им геометрическую задачу, а затем возвращается снова к реальному физическому телу – Луне. Галилей приводит решающий для него аргумент – *искусственная невоспроизводимость* наблюдаемых на естественном объекте (Луне) природных явлений с помощью специально изготовленного гладкого шара и их воспроизводимость с помощью шара с шероховатой поверхностью, имитирующего горы на Луне (как у Гильберта «терелла» для экспериментального исследования магнитного поля Земли).

ющих в природе вещей, как, например, изображение совершенного человека. Именно в этом смысле надо понимать высказывание Леонардо – «искусство должно подражать природе» – не в смысле копирования, а в смысле воссоздания «в искусственных построениях, где существуют свои законы»²². Здесь много общего с рассуждениями Галилея, но есть и существенные отличия.

У Леонардо отчетливо прослеживается экспериментальный и количественный подход к линейной перспективе. Он пытается соотнести три переменные – глаз наблюдателя, картинный план и объект наблюдения. При этом глаз наблюдателя рассматривается как рабочий инструмент – геометрическое измерительное устройство, а для наблюдения становится важным понять не только, *что* наблюдатель видит, но и *как* он это видит. Например, светящееся тело кажется больше или меньше в зависимости от его яркости, Луна кажется больше около горизонта. Все это, по мнению Леонардо, должно быть рационально исследовано, на основании такого исследования должны быть разработаны правила и сделаны компенсации. Примерно также рассуждает Галилей в «Пробирщике», отводя обвинения своих противников, об искажениях телескопов видимых изображений. Леонардо отчетливо осознавал, что некоторые свойства, которыми наблюдатель наделяет наблюдаемый объект являются в действительности следствием влияния глазного механизма: «Прежде всего мы определим природу глаза и затем как возникает из глаза мерцание любой звезды, и почему мерцание одной звезды больше, чем другой, и как лучи рождаются от звезд, и как такое мерцание показывает видимое расширение, настолько же большое, как и ширина самой звезды»²³. Но несмотря на все вышеприведенные параллели, есть и существенные отличия.

Леонардо да Винчи рассуждает прежде всего как инженер и художник, главная цель которого создать машину, фортификационное сооружение, скульптуру, фреску или картину, а Галилей – в первую очередь ученый-естествоиспытатель, стремящийся объяснить природу. Кроме того Леонардо пишет для себя, его трудами и предвидениями можем восхищаться мы сегодня, а не его современники. Галилей же обращается к современникам и разворачивает доказательную аргументацию, без чего новая наука была бы просто невозможна. Хотя он и рассуждает в науке как инженер, но цель его – конструирование научной теории для объяснения и предсказания хода естественных процессов, а не создание новой техники. Проводя *мысленный эксперимент*, направленный на доказательство ошибочности утверждения Аристотеля, что тяжелые тела при падении движутся со скоростью пропорциональной их весу, Галилей призывает, чтобы «действовать не произвольно и случайно, а при помощи убедительного метода» удостовериться многократно повторявшимся опытом, «представить себе в воображении» следующее: «...если бы земной шар был просверлен через центр, то пушечное ядро, падая по этому кольцу, приобретало бы в центре такой импульс скорости, который по миновании центра гнал бы его вверх на такое же расстояние, как и расстояние падения, причем скорость по ту сторону центра постоянно уменьшалась бы, убывая в соответствии с возрастанием, приобретаемом при падении, и время, затраченное на такое восходящее движение, думается было бы равно времени спуска»²⁴. На этом примере становится очевидным, что у Галилея «именно опыт практической инженерной

²² Эстетика Ренессанса. Т. 1. М., 1981. С. 539, 397, 454, 446, 491.

²³ *Kemp M.* The Crisis of Received Wisdom in Leonardo's Late Thought // Leonardo e l'Eta della Ragione a cura di Eurico Bellone e Paolo Rossi. Milano, 1982. P. 31–32.

²⁴ *Галилео Галилей.* Избр. тр.: В 2 т. Т. 1. М., 1964. С. 327.

работы и задает образцы конструирования и построения теории». Однако в отличие от инженерии «в естествознании мы сталкиваемся чаще всего с онтологизированными конструкторами, где действия приписаны самим объектам». Но если Дарвин, как очень точно подметил М.А.Розов, строит свою теорию путем онтологизации деятельности селекционеров, то Галилей онтологизирует инженерную деятельность²⁵.

2. Вклад Галилея в философию современной техники

Александр Койре, анализируя взаимосвязь науки и техники Нового времени, очень точно заключает: Галилей и Декарт никогда не были людьми ремесленных или механических искусств и ничего не создали, кроме мыслительных конструкций. Не Галилей учился у ремесленников на венецианских верфях, напротив, он научил их многому, поскольку создал первые действительно точные научные инструменты – телескоп и маятник, бывшие результатом теории. Измерительные инструменты его предшественников были по сравнению с ними еще ремесленными орудиями. При создании своего телескопа он не просто усовершенствовал голландскую подзорную трубу, а исходил из оптической теории, стремясь сделать наблюдаемым невидимое, и математического расчета, стремясь достичь точности в наблюдениях и измерениях. Галилей заменил обыкновенный опыт основанным на математике и технически организованным экспериментом. То, что на смену миру «приблизительности» и «почти» в создании различных технических сооружений и машин ремесленниками приходит мир точности и расчета новой науки, заслуга не инженеров и техников, а теоретиков и философов. И первым из них был Галилео Галилей.

Первоначально «естественное» (закон, принцип развития или внутренняя сила, обуславливающая именно данный, а не иной ход процесса) рассматривалось античными философами как антитеза сверхестественному. Платон уже различает существующее «по природе» (то, что от природы) и «по закону» (то, что приобретается старанием, упражнением, обучением, что принуждает ко многому, что противно природе), т. е. благодаря природной способности (врожденное) с помощью искусства, от учения возникшее (искусное). Для Платона искусство – технэ, – божественное или человеческое, стоит выше природы. Аристотель различал естественное, происходящее согласно природе, «вероятное» и «случайное». В этом случае естественное противопоставляется допустимому. Естественное для него – то, причина чего заключена в самой вещи, что происходит по определенному закону. Однако естественное противопоставляется им также насильственному, неестественному. Естественное движение – движение тяжелых и легких тел по природе, т. е. к своему естественному месту, в котором они обретают покой, соответственно своему природному назначению. Для небесных тел естественным является круговое движение, при котором они всегда занимают одно и то же место, одновременно двигаясь и покоясь. В подлунном же мире происходят и насильственные движения, когда тела внешней движущей силой удаляются из своих естественных мест. Аристотель различает также существующее по природе, возникающее от природы и возникающее путем искусства, образованное искусством. В Средние века естественное понималось как сотворенное Богом в отличие от искусственного, как созданного человеком, но в позднее Средневековье уже и сама природа рассматривается как нечто ис-

²⁵ Розов М.А. Теория социальных эстафет и проблемы эпистемологии. С. 399, 402, 408.

кусственное, созданное Богом. Изобретения же понимались как подражания природе, поскольку они не шли наперекор естественному ходу вещей, а были направлены только на ускорение или замедление природного процесса.

В эпоху Возрождения формируется новое отношение к ученому, инженеру, художнику, который занимает теперь место творца, подражающего творчеству божественного создателя самого бытия, природы и равному в искусстве самому Богу, поскольку ум «истинного художника может породить идею совершенного творения, а руки его в силах воплотить сию идею». Природный объект отображается сначала в виде физической или визуальной модели, которыми может быть скульптура, картина, макет и эскиз дома и т. п., затем эта модель преобразуется в визуальный образ в соответствии с законами перспективы и, наконец, в геометрическую схему или фигуру. Леонардо да Винчи анализирует проблему перехода от геометрических фигур к природным объектам. Он формулирует трансформационную геометрию для выражения мира геометрических объектов с помощью природных объектов, например, для решения проблемы трансформации прямоугольной формы в цилиндрическую, используя комок глины для физической иллюстрации трансформации одной геометрической фигуры в другую. Такого рода геометрия предполагалась им и для представления трансмутации металлов. «Интерес Леонардо к этим визуальным мостам между природой и геометрией, между абстрактным и конкретным, заслуживает рассмотрения как одно из его наиболее важных достижений. ... Со времени античности математики обсуждали правильные платоновские тела абстрактно. Леонардо берет эти формы и выражает их трехмерно с таким правдоподобием, на которое никто из его современников не был способен»²⁶. Леонардо, таким образом, явился первооткрывателем метода, который в последующие века станет общепринятым в науке. Суть этого метода заключается в том, что сначала с помощью упрощенных моделей разрабатывается математическая схема, которая затем применяется к реальным исследуемым явлениям. В наиболее сложном примере Леонардо преобразует додекаэдр – правильное тело с двенадцатью пятиугольными гранями – в куб равного объема. Он делает это в четыре ясно иллюстрированных шага»²⁷. Леонардо да Винчи построил модель человеческого глаза и провел с ней ряд экспериментов. Пытаясь понять, каким образом на сетчатке глаза строится изображение, он проводит аналогию с камерой-обскурой: «Опыт, показывающий, как предметы посылают свои изображения, или подобию, пересекающиеся в глазу в водянистой влаге. Это станет ясно, когда через маленькое круглое отверстие изображения освещенных предметов проникнут в очень темное помещение; тогда ты уловишь такие изображения на белую бумагу, расположенную внутри указанного помещения неподалеку от этого отверстия, и увидишь все вышеуказанные предметы на этой бумаге с их собственными очертаниями и красками, но будут они меньших размеров и перевернутыми по причине упомянутого пересечения. Такие изображения, если будут исходить от места, освещенного солнцем, покажутся словно нарисованными на этой бумаге, которая должна быть тончайшей и рассматриваться с обратной стороны, а названное отверстие должно быть сделано в маленькой и очень тонкой железной пластинке». Камера-обскура разграничила понятия «свет» и «зрение» и является тем искусственным объектом, который привлекается для объяснения механизма функционирования естественного объекта – глаза»²⁸.

²⁶ *Veltmann K.H.* Visualisation and Perspective. In: *Leonardo e l'Eta della Ragione* a cura di Eurico Bellone e Paolo Rossi. Milano, 1982. P. 188–190.

²⁷ *Капра Ф.* Наука Леонардо. Мир глазами великого гения. М., 2009. С. 283.

²⁸ *Гуриков В.А.* Становление прикладной оптики XV–XIX вв. М., 1983. С. 12.

Галилей был хорошо знаком с учением о перспективе итальянских живописцев. Он в течение всей своей жизни дружил с Лодовико Чиголи, выдающимся живописцем его времени и даже помогал ему (в своем письме другу) разработать аргументы против тех, кто утверждал, что скульптура выше живописи. Именно геометризация природы или, иначе, материализация геометрии и позволили во многом создать Галилею новую науку, – математизированное экспериментальное естествознание²⁹. В Новое время в связи со становлением экспериментального естествознания соотношение «естественного» и «искусственного» переосмысливается. Для Декарта всякое различие между естественным и искусственным исчезает, поскольку природа трактуется им как машина, что противоположно аристотелевскому представлению, согласно которому природное противопоставлялось созданному человеком, а физика – механике, как искусству, а не науке. По Декарту же, механика является частью физики, изучающей действия природных вещей.

Разработка Галилеем методологии соотношения «естественного» и «искусственного» имеет огромное значение не только для становления новой науки, но и для развития новой, основанной на науке техники. Галилей рассматривает эти понятия в нескольких контекстах:

– естественное (человеческое) как естественный ход вещей противопоставляется им сверхестественному (божественному) – чуду;

– естественное, как необходимое, является для него антитезой насильственному и случайному (находящееся под воздействием сил не может быть постоянным);

– естественное (природное, врожденное, самопроизвольное) отличается от искусственного (человеческого, рукотворного, изобретенного).

Но главное его достижение в *соотнесении этих двух понятий*. В отличие от Аристотеля он рассматривает естественное движение в искусственных условиях, в идеализированном искусственным путем эксперименте. Прямолинейного движения не существует в природе: оно является результатом идеализации, искусственного воспроизведения естественного явления за счет устранения побочных влияний (воздействия внешних сил). Говоря, например, о плавающих телах, он апеллирует к искусственно приготовленному сосуду, в котором мы видим исследуемые явления естественно происходящими, а рассуждая о «природе» механических орудий, он рассматривает их естественный компонент, критикуя техников-механиков за то, что они заблуждаются, желая применить машины к действиям, невозможным по самой своей природе. Именно таким перенесением искусственного в естественное и естественного в искусственное были заданы идеалы и нормы экспериментального естествознания, с одной стороны, и инженерной деятельности, – с другой.

Система *с естественной точки зрения* рассматривается как самодвижущийся организм, т. е. объект, развивающийся по своим внутренним законам, не зависящим от человеческой деятельности. В этом случае основным является отношение естественного взаимодействия – воздействия среды на систему и системы на среду. *С искусственной точки зрения* система рассматривается как конструируемый извне механизм. В этом смысле она может быть заранее целиком создана на основе проекта и лишь потом включена в определенную естественную среду, где она будет функционировать. «Иначе можно сказать, что различие “естественного” и “искусственного” соответствует разграничению “природных” законов и законов социальной

²⁹ Пановский Э. Галилей: наука и искусство // У истоков классической науки. М., 1968. С. 14.

деятельности»³⁰, добавим, в том числе и инженерной деятельности. Интересно, что именно такое обращение с естественным и искусственным, введенное в науку и технику Галилеем, характерно для современной нанотехнологии, которая как раз и представляет собой теоретический синтез научной и инженерной деятельности.

В принципе любая система может быть описана и как естественная, и как искусственная. Например, наклонная плоскость для Галилея, как это было показано выше, это не только искусственный объект, приспособленный для экспериментальной деятельности, но и в то же время – репрезентант специально подготовленного естественного объекта. Также и наносистема, с одной стороны, представляет собой явление природы которое подчиняется естественным законам, а с другой – то, что необходимо искусственно создать. Примером такого «естественно-искусственного» объекта исследования и проектирования является так называемая «кластеризованная вода». «С начала 70-х годов... было известно, что вода состоит не из изолированных молекул H_2O »: молекула воды в жидкой фазе на определенных частотах состоит, как из изолированных молекул воды, так и из молекул, «связанных в кластеры посредством водородных связей. Атом водорода одной молекулы образует связь с атомом кислорода другой. ... При нормальных условиях 80 % молекул воды связано в кластеры, а при повышении температуры эти кластеры диссоциируют на отдельные молекулы». В нанотехнологии сделано предсказание, что при определенном давлении в ударной волне можно получить новую форму воды с симметричными водородными связями. (В обычном состоянии атом водорода удален от двух атомов кислорода, связанных с ним, на разные расстояния.) Причем «свойства такой воды будут отличаться от свойств обычной воды». Под «обычной водой» фактически понимается естественный объект, а под «кластеризованной» – искусственный, хотя в обоих случаях речь идет об одной и той же системе – «вода». Но и в том, и в другом случае не имеется в виду «вода» как обычный природный объект, выделенный в результате социокультурного освоения человечеством окружающего нас мира («питьевая вода», «вода, текущая в реке», «водная гладь озера» и т. п.). В первом случае – это идеализированный объект естественнонаучного исследования («молекулы или кластеры молекул воды»), а во втором – объект технологического оперирования, искусственно полученный «при определенном давлении в ударной волне»³¹. Таким образом в нанотехнологии объект теоретического исследования становится одновременно и объектом мысленного (т. е. тоже теоретического) инженерного проектирования.

Леонардо да Винчи хотя и *наблюдает воду* «в однокамерных шлюзах Милана», но именно *с естественной позиции*: там можно видеть различия, которые обнаруживает вода, «успокоясь или двигаясь на поверхности», «какое действие она производит, падая... на землю или стоячую воду», «что она делает только придя в движение, как она ведет себя в ровном и неровном канале, и как она внезапно образует водовороты и вымоины». «Бассейном называется то, что имеет форму широкую и глубокую, где воды обладают малым движением. Пучина имеет природу бассейна, за исключением того, что воды в бассейне вытекают без ударов, а в пучине они падают с большой высоты, бурлят и взлетают вверх от непрерывного круговорота воды. Река –

³⁰ Лефевр В.А., Щедровицкий Г.П., Юдин Э.Г. «Естественное» и «искусственное» в семиотических системах // Проблемы исследования систем и структур. Материалы к конференции. М.: Изд.во АН СССР, 1965.

³¹ Пул Ч., мл., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. М., 2006. С. 98–99.

то, что находится в самой низкой части долин и течет направленно. Поток течет только при ливнях, он также стекает в низкие места долин и сливается с реками...». Затем он переходит к простому перечислению слов, по возможности употребляемых для описания водной стихии, т. е. гидродинамических процессов: «отскакивание, круговое движение, круговращение, обращение, кружение, отражение, погружение, вздымание, склон, подъем, углубление, исчерпание, удар, разрушение, опускание, стремительность...»³². Но даже когда Леонардо рассуждает как инженер, он описывает функционирование и конструкцию шлюзов («если ты даешь направление воде, напиши о том, как открывать ее затворы вверху, в середине или внизу»), а не конструирует саму «воду», как это делают нанотехнологи.

Галилей идет дальше Леонардо: он не просто наблюдает естественные (природные) явления. Во-первых, он конструирует проекты идеализированных экспериментальных ситуаций, отвлекаясь сначала от вопроса об их технической осуществимости. Такая ситуация, хотя и не существует в природе, может быть в принципе создана инженерным путем. Затем он разрабатывает проект технически осуществимой экспериментальной ситуации (точнее целого класса таких ситуаций, которые могут быть по-разному реализованы). Например, маятник – это специально созданный артефакт, чтобы отделить действие одной причины – сопротивление воздуха – является отделенным от действия другой причины – силы тяжести. Затем на основе этого проекта могут быть проведены различные реальные эксперименты данного типа или даже созданы конкретные технические системы. Именно так поступил Христиан Гюйгенс, который, развив теорию «великого Галилея» о качании маятника, создал первый точный инструмент для измерения времени – маятниковые часы. В соответствии с галилеевой методологией он передал механику свой проект (свое изобретение), чтобы воплотить его в материале, используя имевшиеся тогда в часовой технике элементы (например, зубчатые зацепления). Именно так, в сущности, и поступает современный инженер, который сначала, отвлекаясь от конструктивных деталей, создает эскизный проект новой технической системы, а затем дорабатывает его в техническом и рабочем проектах, используя взятые из каталогов стандартные компоненты. Далее в процессе длительной доработки и «доводки» он выпускает свой продукт в сферу социального использования.

Аналогичным образом действует и нанотехнология, которая «включает в себя не только манипуляцию природными (естественными) молекулами, но также создание молекул, которые не существуют в природе. ...Нанотехнология, однако, не только создает искусственный мир, отличный от природы. Она также обращается с естественными процессами и материалами новым способом. И в этом смысле ее (действия) трудно отличить от (действия) природы»³³. Точно так же и для Галилея, например, различные естественные свойства воды могут быть представлены с помощью искусственных моделей! Исследуя плавающие тела он пытается понять причину природного (т. е. естественного) явления, наблюдая его в специально искусственно подготовленном сосуде, именно в котором, как он утверждает, данное явление может наблюдаться как естественное.

³² *Зубов В.П.* Леонардо да Винчи. М., 1961. С. 98–99.

³³ *Schiemann G.* Nanotechnology and Nature. On Two Criteria for Understanding Their Relationship // *HYLE–International Journal for Philosophy of Chemistry*. 2005. Vol. 11. № 1. P. 77–96 (<http://www.hyle.org>).

Таким образом, разграничение «естественного» и «искусственного» предполагает также их определенное соотношение. «Отношение объемлемости позволяет организовать два типа таких простейших систем: ЕИ-системы и ИЕ-системы». В ЕИ-системе естественная компонента объемлет искусственную, напротив, в ИЕ-системе – искусственная компонента объемлет ее естественную компоненту³⁴. Именно такими кентавр-системами и являются наносистемы, поскольку их элементами могут быть как Е-подсистемы, так и И-подсистемы. Например, в нанотехнологии, «поскольку соответствующие синтетические моторы, которые выполняли бы ту же работу, что в прошлом биологические моторы, отсутствуют», пытаются «интегрировать в искусственно созданную на микроуровне окружающую среду биологические моторы». «Разработка искусственных транспортных средств, которые переносят лекарство и имеют целью целевую и контролируруемую доставку медикаментов в организме, является сегодня ключевым направлением интенсивного научного исследования, являющегося очень важным для будущего медицинской науки»³⁵. В данном случае такого рода гибридное транспортное средство (естественно-искусственная система) представляет собой комбинацию небиологических и биологических элементов, например, полимеров в качестве искусственной окружающей среды и биомолекул как естественных систем в этой среде. Таким образом, наносистема, с одной стороны, это явление природы, которое подчиняется естественным законам, а с другой – то, что необходимо искусственно создать.

Обычно считается, что ученый-естествоиспытатель имеет дело только с миром природного, естественного, а инженер – с миром технического, искусственного. Однако это не совсем так. Возникновение экспериментального естествознания было тесно связано с «миром искусственного», искусственной, технической переработкой природных явлений и процессов, с исследованием и развитием мира «механических искусств», в том числе с исследованием «как природы механических орудий, так и принципов их действия». «В результате действительной почвой физического эксперимента становится “естественная техника”, или же, иными словами, “механическая природа”»³⁶. Да и сами природные процессы часто осмысливаются в новой науке как рукотворные, искусственные. Природа – «божественный зодчий» – «удивительно пользуется способами самыми неожиданными; говорю удивительными и неожиданными для нас, но не для нее, – пишет Галилей, – так как природа с величайшей легкостью и простотой совершает вещи для нашего разума бесконечно изумительные, и то, что в ней в высокой степени трудно постигнуть, для нее не составляет никаких трудностей сделать»³⁷. Здесь природа рассматривается как «инженер», «искусственно» создающий природные, а значит естественные объекты, и задача ученого – раскрыть ее «хитрости», постичь то, что ей уже сделано. Да и инженер, изучив эти премудрости природы, сознательно учитывает ее законы, создавая технические системы. Это отличает его от «механика»-ремесленника, действующего часто вопреки природе в стремлении ее обмануть, т. е. вопреки «естественному» течению процессов на основе искусства, «ухищрения». Даже первые инженеры-самоучки в отличие от «технических романтиков» средневековья, которые делали свои

³⁴ Генисаретский О.И. Искусственные и естественные системы // Вопр. методологии. 1995. № 1.

³⁵ Garber C. Nanotechnology monorail cargo shuttles. Copyright 2007. Nanowerk LLC (<http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=2801.php>).

³⁶ Ахутин А.В. История принципов физического эксперимента (от античности до XVII века). М., 1976. С. 217.

³⁷ Галилео Галилей. Изб. тр.: В 2 т. Т. 1. С. 125.

изобретения так, «как будто бы они были вовсе свободны от стеснения, налагаемого свойствами материалов, из которых придется изготовлять изобретенную машину, и способами изготовления», обязательно опирались на современные им научные достижения³⁸. И так, и в экспериментальном естествознании, и в инженерной деятельности устанавливается определенная взаимосвязь между миром природным и миром искусственным («второй природой», созданной деятельностью человека-творца), между естественным и искусственным. В то же время Галилей говорит и о «природе» механических орудий³⁹, рассматривая их естественный компонент: «Механики часто заблуждаются, желая применить машины ко многим действиям, невозможным по самой своей природе...»⁴⁰. Именно таким перенесением искусственного в естественное и естественного в искусственное были заданы идеалы и нормы экспериментального естествознания, с одной стороны, и инженерной деятельности, – с другой.

Двойственная ориентация инженера, с одной стороны, на научные исследования естественных, природных явлений, а с другой – на производство, воспроизведение замысла искусственным путем целенаправленной деятельностью человека-творца, заставляет его взглянуть на свое изделие иначе, чем это делают и ремесленник, и ученый естествоиспытатель. Для первого – оно изделие рук человеческих, для второго – прежде всего природный объект. Для инженера всякое создаваемое им техническое устройство выступает как «естественно-искусственная» система. С одной стороны, оно представляет собой явление природы, которое подчиняется естественным законам, с другой – то, что необходимо искусственно создать, – орудие, механизм, машину, сооружение и т. д. Если цель технической деятельности – непосредственно задать и организовать изготовление технической системы, то цель инженерной деятельности – сначала определить материальные условия и искусственные средства, влияющие на природу в нужном направлении, заставляющие ее функционировать так, как это нужно для человека, и лишь потом на основе полученных знаний задать требования к этим условиям и средствам, а также указать способы и последовательность их обеспечения и изготовления. Непонимание роли естественных законов для решения технических задач характерно лишь для доинженерного технического мышления. Как отмечает Галилей, «неразумные инженеры, думающие обмануть природу и только посрамляющие себя, стремясь применить машины для невыполнимых предприятий», фактически действуют как ремесленники⁴¹. Если для технического мышления действительно характерна «искусственная» позиция, то для инженерного – «естественно-искусственная». Таким образом, инженер, так же как и ученый-экспериментатор, оперирует с идеализированными представлениями о природных объектах, имеет дело с идеализированными объектами и схемами. Однако первый из них использует эти знания и представления для создания технических систем («искусственно-естественно-искусственная» позиция), а второй – создает экспериментальные устройства для обоснования и подтверждения данных представлений («естественно-искусственно-естественная» позиция). В этом и выражается прежде всего сходство и взаимовлияние экспериментального естествознания и инженерной деятельности, выполняющих в то же время различные функции в современной культуре и имеющих разную направленность.

³⁸ Чеканов А.А. Виктор Львович Кирпичев. М., 1982. С. 79.

³⁹ Галилео Галилей. Избр. тр.: В 2 т. Т. 2. С. 9.

⁴⁰ Там же. С. 7.

⁴¹ Там же. С. 10.

Сочетание в инженерной деятельности естественной и искусственной ориентации обуславливает необходимость для инженера опираться, с одной стороны, на науку, в которой он черпает знания о естественных процессах, а с другой – на существующую технику, откуда он заимствует знания о материалах, конструкциях, их технических свойствах, способах изготовления и т. д. Совмещая эти два рода знания, он находит те «точки» природы, в которых природные процессы действуют так, как это необходимо для функционирования создаваемой технической системы. Задача инженера создать с помощью искусственных средств материальные условия для «запуска» непрерывной цепи процессов природы. Именно выяснению этой природной связи служат полученные учеными естественнонаучные знания о характере и особенностях протекания различных природных процессов. Итак, суть научного метода в технике состоит в следующем: «Если привести неодушевленные тела в такое положение, такие обстоятельства, чтобы их действие, сообразное с законами природы, соответствовало нашим целям, то их можно заставить совершать работу для одушевленных существ и вместо этих последних»⁴². Когда эту задачу начали выполнять сознательно, и возникла новейшая научная техника. Этот переход к научной технике был, однако, не однонаправленной трансформацией техники наукой, а их взаимосвязанной модификацией. Другими словами, «сциентизация техники» сопровождалась «технизацией науки»⁴³. Не только наука повлияла на становление норм современного инженерного мышления, но и, наоборот, инженерная деятельность оказала заметное влияние на формирование нового идеала научности. И ключевую роль в этом процессе сыграл Галилео Галилей, который был не только великим ученым и методологом нового экспериментального естествознания, но и философом техники, основанной на науке.

⁴² *Рело Фр.* Техника и ее связь с задачей культуры. С. 1–2, 7–8.

⁴³ *Böhme G., van der Daale W., Krohn W.* «Scientification» of Technology // W.Krohn, E.Layton, P.Weingart (Eds.). *The Dynamics of Science and Technology.* Dordrecht, 1978. P. 219–250.