

ПОЗНАНИЕ И ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

М.А. РОЗОВ

На некотором сравнительно поверхностном уровне представляется, что инженер, создающий проект здания или какого-либо другого технического сооружения, и ученый, разгадывающий тайны Природы, – это очень разные фигуры в системе разделения труда. Первый строит проект, второй – знание. Первый в конечном итоге претендует на создание некоторой искусственной природы, второй – на выявление законов Природы первозданной. И, тем не менее, между деятельностью инженера и ученого есть очень глубокая и принципиальная связь, о которой и пойдет речь в данной статье.

Любой исследователь-экспериментатор вынужден постоянно конструировать приборы и экспериментальные установки, фактически он постоянно конструирует, проектирует свою экспериментальную деятельность. Любому эксперименту предшествует его проект. Это достаточно очевидно. Важно, однако, что не только экспериментатор, но и теоретик в своей работе существенно связан с инженерным проектированием. И здесь тоже в основе его работы лежат образцы инженерной деятельности, образцы конструирования. В какой-то мере это нашло свое выражение даже в способах словоупотребления. Мы обычно не говорим, что кто-то открыл теорию, мы говорим, что он ее построил. Дарвин построил теорию происхождения видов, Эйнштейн – общую теорию относительности... Но что значит в данном случае «построить»? Рассмотрим это более подробно.

Теоретик и инженер

Что собой представляет деятельность инженера, который разрабатывает проект какого-либо здания, самолета или автомобиля? Во-первых, у него есть некоторое проектное задание, т.е., как правило, функциональное описание того сооружения, которое надо получить. Он, например, знает, какова должна быть скорость самолета, его грузоподъемность, дальность полета т.д. Во-вторых, он в принципе знает, из каких элементов строится самолет, как эти элементы со-

четаются друг с другом, какие здесь возможны варианты, включая типовые конструкции, особенности тех или иных материалов и прочее. Плюс к этому у него есть какие-то методы расчета или качественные методы, которые позволяют оценить каждый из вариантов с точки зрения его функциональных характеристик. Будем все это называть инженерным конструктором. Задача состоит в том, чтобы, работая в этом конструкторе и рассматривая разные возможные варианты, найти такой, который соответствует проектному заданию.

Можно предположить, что исторически в основе инженерной деятельности лежит альтернатива производства и потребления. Уже первобытный человек строил хижины, плоты или лодки, ловушки для животных, изготавливал луки и стрелы. Все эти объекты выступали для него в двух основных ипостасях. Во-первых, в процессе потребления они проявляли свои функциональные характеристики, свои свойства. Во-вторых, в процессе производства человек имел дело с их строением, структурой, составом. Уже здесь, вероятно, возникла практическая задача варьировать устройство тех или иных сооружений, улучшая их потребительские качества. И уже здесь могли сформироваться два принципиальных вопроса относительно окружающих человека объектов: какими свойствами они обладают и как они сделаны? При этом оба вопроса в равной степени были значимы как относительно продуктов рук человеческих, так и относительно природных явлений. Они сохранили свое значение до сих пор. Иными словами, образцы проблематизации, возникшие уже в первобытном обществе, и сейчас существенно детерминируют познавательный процесс. Вероятно, это никуда не уйдет и в будущем, ибо альтернатива производства и потребления — это очень устойчивая структура нашей деятельности.

Но перейдем к научным теориям. Легко показать изоморфизм теоретического знания и инженерного проекта. Простой и удобный пример — это кинетическая теория газов в ее элементарном и качественном изложении. Описание поведения газа эквивалентно проектному заданию. Мы знаем, что при уменьшении объема газа растет его давление и повышается температура, что при расширении газ охлаждается... Нам надо ответить на вопрос, как газ устроен. И вот

мы конструируем газ на базе атомистических представлений, предполагая, что он состоит из множества беспорядочно движущихся частиц. Атомистика — это один из самых мощных теоретических конструкторов в составе естествознания. На его базе мы конструируем газы, жидкости и твердые тела, объясняя огромное количество явлений типа поверхностного натяжения, теплопроводности, диффузии, адсорбции, броуновского движения, геометрии кристаллов и т.д.

Аналогичным образом можно представить теорию происхождения видов Ч. Дарвина. На входе здесь в качестве «проектного задания» огромное разнообразие жизненных форм, данные сравнительной анатомии, ископаемые остатки вымерших организмов... На выходе — проект механизма эволюции на базе случайной изменчивости и естественного отбора. Заслуга Дарвина не только в том, что он построил новую биологическую теорию, он при этом создал новый тип теоретического конструктора, который затем активно проникал в другие области знания, например, в лингвистику и в историю идей. Э. Мах писал, что, познакомившись с идеями Дарвина в 1859 г., он уже в своих лекциях 1864 — 1867 гг. в университете в Граце рассматривал развитие идей как борьбу за существование с выживанием наиболее приспособленных¹. Известный наш палеоботаник С.В. Мейен как-то сказал мне, что теория Дарвина — это не биологическая теория, что она не специфична для биологии. Я сейчас воспринимаю это как комплимент в адрес Дарвина.

Во всех этих случаях мы сталкиваемся с теоретическим конструированием и с наличием, следовательно, особого устройства, которое я называю теоретическим конструктором. Последний — это сложная социальная программа, которая позволяет создавать проекты разных объектов или ситуаций с заданными свойствами. Эволюция познания — это в существенной ее части совершенствование форм и способов теоретического конструирования. Замена одного конструктора другим в истории той или иной дисциплины — это существенный сдвиг в ее развитии, ведущий к разработке новых технологий мышления. Так, на заре развития механики мы сталкиваемся с чисто техническими преобразованиями объектов. Галилей, например, исследуя «природу

винта», сводит его к наклонной плоскости, наматывая наклонную плоскость на цилиндр². Работа в таком чисто техническом конструкторе требует большой изобретательности. Судите сами. Вот, например, как Лагранж описывает редукцию коленчатого рычага к прямолинейному: «Прежде всего ясно, что коленчатый равноплечий рычаг, который может вращаться около своей вершины, будет поддерживаться в состоянии равновесия двумя равными силами, приложенными к концам плеч и направленными перпендикулярно к последним и, следовательно, стремящимися вращать их в противоположные стороны. Пусть теперь имеется прямолинейный неравноплечий рычаг, одно плечо которого равно плечу коленчатого равноплечного рычага и нагружено тяжестью, эквивалентной каждой из равных сил, приложенных к плечам коленчатого рычага; другое плечо этого рычага имеет любую длину и в конечной точке его помещен такой груз, что рычаг находится в равновесии. Представим себе, что этот рычаг наложен на равноплечий коленчатый рычаг таким образом, что точка опоры прямолинейного рычага совпадает с вершиной коленчатого рычага и первое плечо первого совпадает с каким-нибудь плечом второго, причем обе силы, приложенные к совпавшим теперь конечным точкам обоих рычагов, имеют противоположное направление. Тогда обе эти силы друг друга взаимно уничтожат и соответствующие плечи обоих рычагов, на которые эти силы действуют, потеряют всякое значение. А так как в результате суперпозиции общее равновесие не нарушится, то оставшийся налицо неравноплечий коленчатый рычаг, в конечных точках которого приложены перпендикулярно направленными силы, величины которых обратно пропорциональны длине плеч, будет находиться в равновесии, — подобно тому, как это имеет место при прямолинейном рычаге»³. Нетрудно видеть, что Лагранж описывает последовательность чисто технических эквивалентных преобразований, позволяющих редуцировать ситуацию равновесия неравноплечего коленчатого рычага к очевидной ситуации рычага равноплечего. Аналогичным образом, например, мы находим решение квадратного уравнения путем реализации ряда тождественных алгебраических преобразований.

Технология мышления принципиально меняется, когда начинают оперировать не техническими конструкциями, а силами, которые можно переносить в направлении их действия, суммировать по правилу параллелограмма или разлагать на составляющие. Она меняется еще раз, когда главную роль приобретает математика и математические конструкции. Лагранж в предисловии к своей знаменитой «Аналитической механике» пишет: «В этой работе совершенно отсутствуют какие бы то ни было чертежи. Излагаемые мною методы не требуют ни построений, ни геометрических или механических рассуждений; они требуют только алгебраических операций, подчиненных планомерному и однообразному ходу. Все любящие анализ с удовольствием убедятся в том, что механика становится новой отраслью анализа, и будут мне благодарны за то, что этим путем я расширил область его применения»⁴.

Интересно проанализировать смену типов конструирования в ходе формирования и развития эволюционных идей в биологии. Первые варианты связаны здесь с попытками построить теорию на базе чисто технических преобразований одних организмов в другие. Вот красноречивый отрывок из сочинений великого естествоиспытателя XVIII в. Бюффона: «...Возьмите скелет человека, наклоните кости таза, укоротите кости бедер, голеней и рук, удлините таковые ступней и ладоней, соедините вместе фаланги, удлините челюсти, сократив лобную кость, и, наконец, удлините так же позвоночник: этот скелет перестанет быть останками человека, это будет скелет лошади»⁵. Рассуждения такого рода были в ту эпоху достаточно парадигмальными. П. Кампер, будучи не только ученым, но и художником, проделывал подобные преобразования с помощью рисунков, превращая, например, корову в страуса. Жоффруа Сент-Илер построил удивительную концепцию, согласно которой млекопитающие есть как бы вывернутые наизнанку насекомые: если у млекопитающих внутренние органы расположены вокруг позвоночника, то у насекомых — внутри хитиновой трубки. «Насекомые, — писал он, — живут внутри своего спинного хребта, подобно тому, как моллюски живут внутри своей раковины... Да, я мог это смело утверждать, и пер-

вое мое научное сообщение 1820 года гласило, что насекомые составляют еще один класс позвоночных животных, и что, следовательно, к ним приложим общий закон единства организации»⁶.

Однако если в механике подобные преобразования в рамках теоретического конструктора соответствовали образцам реальной материальной деятельности, то в биологии они были чисто произвольными и абсолютно неосуществимыми. Надо было либо отдавать все в руки всемогущего Бога, либо искать «инженера» в самой Природе. Именно последнее происходит в работах Ламарка и Дарвина. Рассмотренные выше конструкторы в механике принципиально отличны от последующих биологических конструкторов, ибо в первом случае преобразования осуществляет сам исследователь, а во втором — силы Природы. Говоря более точно, исследователь в этом случае должен сконструировать природный процесс, который функционирует независимо от его воли.

Все сказанное нуждается в некоторой детализации. Теоретический конструктор существенно отличается от инженерного, ибо операции, которые он предписывает, чаще всего не могут быть полностью реализованы в практической деятельности. Уже преобразования, описанные Лагранжем в приведенном выше отрывке, предполагают, что рычаг является невесомым. Еще более очевидно, что мы не можем практически построить газ, состоящий из маленьких упругих шариков, как это делает Л. Больцман. «Наиболее простым, — пишет он, — будет предположение, согласно которому молекулы являются совершенно упругими, бесконечно мало деформируемыми шарами, а стенки сосуда — совершенно гладкими и такими же упругими поверхностями»⁷. Иными словами, теоретическое конструирование связано с идеализацией. Но и помимо этого в рамках теоретического конструктора мы можем планировать эксперименты, для реализации которых у нас нет технических возможностей, или предполагать, что те или иные действия осуществляет сама Природа, как уже было отмечено выше. Иначе говоря, теоретическое конструирование отвечает не только на вопрос, как может что-то практически сделать человек, но и на вопрос, как это в принципе может быть сделано или

как это могла бы сделать сама Природа. При этом, что очень важно, решение любой инженерной задачи неоднозначно, и это относится и к теоретическому конструированию.

Факты и теория

Выше, сопоставляя теорию и инженерный проект, мы говорили о проектном задании, используя это понятие применительно к работе теоретика чисто метафорически. Согласно традиции, следовало, вероятно, говорить о фактах. Но что такое факт? Можно ли сказать, что он представляет собой фиксацию чего-то такого, что непосредственно дано в наблюдении, или и здесь мы сталкиваемся с конструированием? Говорят, например, что кругосветное путешествие есть эмпирическое подтверждение шарообразности Земли. Но разве кругосветное путешествие можно непосредственно наблюдать? Скорей всего, мы и здесь имеем дело с некоторой конструкцией, которая, кстати, уже предполагает шарообразность Земли. Кругосветное путешествие нельзя наблюдать, но его можно осуществить. Только акт целенаправленной деятельности объединяет в этом случае множество событий, распределенных во времени иногда на несколько лет, в некоторое единое целое. Сказанное в принципе можно обобщить на любые акты деятельности. Мы их не наблюдаем, мы их реализуем в соответствии с некоторым проектом или образцом. В случае воспроизведения непосредственных образцов, дело обстоит несколько иначе, но в данной статье мы не будем этого обсуждать.

А можно ли вообще считать, что именно акт наблюдения лежит в основе противопоставления эмпирического и теоретического? Сейчас, например, шарообразность Земли есть нечто данное в непосредственном наблюдении. Мы видим ее из космоса. Но означает ли это, что представления о Земном шаре перестали лежать в основе теоретического объяснения таких явлений, как кругообразная форма видимого горизонта, постепенное появление из-за горизонта приближающегося корабля или изменение местного времени при перемещении наблюдателя по долготе?

Рассмотрим все это с более общих позиций. Существует традиционная, многовековая точка зрения, согласно ко-

торой содержание наших знаний определяет в конечном итоге чувственный опыт. Я не буду касаться различных вариантов этой точки зрения, ибо полагаю, что от нее надо отказаться в принципе. Содержание наших знаний определяет не чувственный опыт, а наша деятельность с теми или иными объектами. Конечно, не имея органов чувств, мы не могли бы познавать мир. Но в такой же, например, степени нельзя читать, не воспринимая букв, хотя очевидно, что не буквы определяют содержание текста. Чувственное восприятие явлений не порождает знаний. Знания в своей исходной форме — это описания человеческой деятельности. Неважно при этом, идет ли речь о производственных актах или о научных экспериментах. Могут возразить и сказать, что описание деятельности предполагает ее восприятие. Это сложный и спорный вопрос, но сейчас нам важно подчеркнуть следующее. Во-первых, мир человеческой деятельности постоянно эволюционирует, а это, образно выражаясь, означает, что мы читаем все новые и новые «тексты». И это, прежде всего, не развитие наших способностей чтения, не обогащение чувственного опыта, это развитие содержания «текстов». Во-вторых, описание целенаправленной деятельности — это описание того, что мы сами предварительно спланировали и сами реализуем. Это описание того, что уже предварительно описано на уровне некоторого проекта. Нам надо только установить, привела ли реализация проекта к ожидаемому результату или нет. Именно последнее и связано с наблюдением.

Рассмотрим в качестве примера известный эксперимент Лавуазье и Менье, который принято рассматривать как эмпирическое доказательство того, что вода состоит из кислорода и водорода. Менделеев описывает этот эксперимент следующим образом: «Прибор, устроенный ими, состоял из стеклянной реторты с водою, конечно, очищенною; вес ее был предварительно определен. Горло реторты вставлено в фарфоровую трубку, помещенную внутри печи и накаленную до-красна посредством углей. Внутри этой трубки были положены железные стружки, которые, при накаливании, разлагают водяные пары. Конец трубки соединен с змеевиком, предназначенным для сгущения части воды, проходя-

шей без разложения через трубку. Эта стеснившаяся вода стекала в особую склянку. Образовавшийся чрез разложение газ собирался в водяной ванне под колокол. Водяные пары, проходя чрез накаленное железо, разлагались, и из них образовался газ, вес которого можно было определить по объему, зная его удельный вес. Кроме той воды, которая прошла неизменною через трубку, часть воды исчезла в опыте, и именно количество исчезнувшей воды равно было в опытах Лавуазье и Менье весу газа, собравшегося в колоколе, и прибыли в весе железных опилок. Значит, вода разложилась на газ, собравшийся в колоколе, и на вещество, соединившееся с железом, следовательно, она составлена из этих двух составных частей»⁸.

Совершенно очевидно, что эксперимент был заранее тщательно спланирован, иными словами, был построен, а затем реализован некоторый инженерный проект. Не означает ли это, что так называемые научные факты — это тоже наши конструкции или, точнее, реализация наших теоретических конструкций? Приведенный выше текст Менделеева, если брать его со стороны содержания, был, несомненно, известен Лавуазье еще до постановки эксперимента. Это был теоретический проект этого эксперимента или его теоретическое обоснование. Но этот текст может фигурировать и как описание уже реализованного эксперимента, именно такова его роль в «Основах химии» Менделеева. В этом случае он представляет собой эмпирический факт. Разница между этими двумя текстами, один из которых предшествует эксперименту, а другой подводит его итог, в том, что первый имеет оттенок проблематичности и представляет собой описание возможной деятельности, а второй — описание деятельности реализованной, которая либо подтверждает теоретический проект, либо ему противоречит. Теоретическое знание — это конструирование некоторой возможной деятельности, знание эмпирическое — описание деятельности реализованной.

Но мы еще не закончили анализ эксперимента Лавуазье. Фактически в нем используется не один, а два конструктора. В рамках первого мы конструируем эксперимент, в рамках второго — объясняем, интерпретируем его резуль-

таты. В данном примере второй конструктор задан представлениями о части и целом, о том, что сложные вещества составлены из простых, что вещества можно соединять и разлагать на составляющие. Этот второй конструктор дает о себе знать в заключительной фразе Менделеева: «Значит, вода разложилась на газ, собравшийся в колоколе, и на вещество, соединившееся с железом, следовательно, она составлена из этих двух составных частей». Важно при этом видеть, что первый конструктор тесно связан со вторым, что вся схема эксперимента уже создана в предположении, что воду можно разложить. Если бы эксперимент не подтвердил это предположение, то мог встать вопрос о построении нового теоретического конструктора. Кстати, не следует думать, что второй конструктор был столь уж очевиден во времена Лавуазье. Я.Г. Дорфман убедительно показывает, что даже после экспериментов со сжиганием водорода, когда на стенках сосуда появлялись капельки воды, у исследователей не возникала идея о том, что вода сложное вещество. Кавендиш наблюдал в своих экспериментах образование воды из смеси водорода и кислорода, но интерпретировал это как «превращение» смеси двух видов воздуха в воду. Никаких выводов о составном характере воды он не сделал⁹. «Не было ничего удивительного, — пишет Дорфман, — в невнимании химиков к этим новым фактам. В самом деле, никому не приходило еще на ум, что вода есть сложное тело, что она может являться результатом синтеза «живительного» (или дефлогистированного) воздуха и «горючего воздуха»¹⁰.

Присутствие двух типов конструирования налицо и в кинетической теории газов. С одной стороны, мы конструируем и реализуем эксперименты по изучению поведения газа в разных ситуациях, эксперименты типа экспериментов Бойля или Мариотта, с другой, — конструируем газ на базе атомистических представлений. Все это можно представить как проект некоторого возможного, но не реализованного или даже практически нереализуемого эксперимента. Есть эксперимент № 1, который реализован и выявляет какие-то функциональные характеристики объекта, а мы предлагаем проект эксперимента № 2 для проверки того, что объект, сконструированный определенным образом, будет

в эксперименте № 1 обладать теми же функциональными характеристиками. Такой эксперимент далеко не всегда реализуется, но обосновывается в рамках теоретического конструктора. Напомним, что конструктор должен позволять строить проекты некоторых объектов с заданными свойствами. Это не исключает, разумеется, возможности косвенной экспериментальной проверки этого конструктора в рамках целой серии других реализуемых экспериментов, которые он предсказывает.

Впрочем, мы не обсуждаем здесь проблему соотношения эмпирического и теоретического или проблему развития теории. Нам важно, что конструируется не только теория, но и факты, представляющие собой описания целенаправленной человеческой деятельности. Теория существует на уровне проектов человеческой деятельности или «деятельности» Природы, факты — на уровне описаний реализованной деятельности. Теории типа кинетической теории газов я называю эксквизитными теориями¹¹. Именно они представляют собой взаимодействие двух типов конструирования, о чем говорилось выше. Я остановился на теориях именно этого типа, т.к. они наиболее ярко демонстрируют изоморфизм познания и инженерии. С одной стороны, в рамках конструктора №1 мы проектируем и реализуем эксперименты, в которых предметы проявляют свои функциональные характеристики, это аналог проектного задания. С другой, в конструкторе № 2 мы создаем проект построения этих предметов с целью объяснения выявленных характеристик. Обобщая сказанное, теории такого типа можно представить как взаимодействие двух разных конструкторов. При этом важно, чтобы теоретический конструктор № 2 оказывал обратное воздействие на конструктор № 1, чтобы теория инициировала появление новых фактов. Например, на базе представлений о составе воды мы можем спроектировать и реализовать деятельность по ее «составлению», пропуская электрическую искру через смесь водорода с кислородом.

Могут возразить, что факты — это не описания деятельности, а набор протокольных высказываний типа: «N наблюдал, что после включения тока стрелка прибора остановилась на цифре 5». Но существуют ли в реальном позна-

нии такие «протокольные утверждения»? Думаю, что нет. Строго говоря, они не представляют собой никакого знания. Конечно, можно искусственно создать такую ситуацию, когда исследователь посадит около прибора ничего не понимающего мальчика, поручив ему просто сообщать показания прибора, одного или двух, не имеет значения. Но с таким же, а, может, и с большим успехом можно создать говорящий прибор или автомат, который будет вычерчивать какой-нибудь график. Нам важны не показания прибора сами по себе, а вся запланированная ситуация в целом. Все приведенное выше описание эксперимента Лавуазье и Менье представляет собой факт, исключая только последнюю фразу, связанную с интерпретацией. Но, как мы уже отмечали, большая часть этого описания уже существовала на уровне проекта, включая и предполагаемый результат.

Построение объектов исследования

У Карла Поппера есть очень интересное замечание: «Часто говорят, — пишет он, — что научное объяснение есть сведение неизвестного к известному. Если имеется в виду чистая наука, то ничто не может быть дальше от истины. Отнюдь не парадоксом будет утверждение, что научное объяснение, напротив, есть сведение известного к неизвестному»¹². На первый взгляд это все же парадокс, но только на первый взгляд. Мне представляется, что замечание Поппера имеет глубокий смысл, независимо от того, что думал по этому поводу сам автор.

Дело в том, что конструируя какой-либо объект для объяснения уже известных явлений, мы тем самым строим и новый объект исследования. Вернемся к приведенным выше примерам теоретического конструирования. Представление о шарообразности Земли в контексте объяснения того, что с мачты корабля мы видим дальше, чем с палубы, можно рассматривать как сведение неизвестного к известному. Нам ведь при этом хорошо известно, что такое шар и какие его свойства позволяют понять механизм указанного явления, который был до этого неизвестен. Но предположение, что Земля шарообразна, тут же порождает вопросы относительно размеров и точной формы Земли. Уже Эра-

тосфен пытается измерить длину земного меридиана, а Клеро много веков спустя строит теорию фигуры Земли.

В такой же степени построение механической модели газа есть сведение неизвестного к известному, тем более что молекулы газа Больцман представляет как упругие шарики, опираясь тем самым на уже сформулированные законы механики. Но тут же возникают новые вопросы относительно размеров этих молекул, скоростей их движения, их количества в некотором объеме газа и т.п. Иными словами происходит переход от объяснения феноменологии газа к использованию этой же феноменологии для изучения свойств молекул.

Во всем этом проявляется некоторая закономерность, характерная для любой человеческой деятельности и связанная с ее целенаправленностью. В любой деятельности мы привыкли выделять объект, продукт, используемые средства, но выделение этих составляющих обусловлено поставленной целью. Если цель — это объяснение феноменологии поведения газа, то именно газ является объектом изучения, а построенные атомно-молекулярные конструкции — это средства объяснения. Если же мы хотим уточнить наши представления об этих конструкциях, то они становятся объектом изучения, а экспериментальное исследование поведения газа переходит в разряд средств. Но в принципе любое объяснение каких-то явлений на базе их теоретического конструирования объективно является и исследованием самих теоретических конструкций.

Итак, теоретическое конструирование допускает, по крайней мере, две целевые установки: с одной стороны, это объяснение каких-то уже известных явлений, это ответ на вопрос, как они устроены; с другой, — это построение новых объектов исследования. Это, вероятно, довольно общая закономерность динамики науки. Основатель почвоведения В.В. Докучаев впервые стал рассматривать почву как особое тело природы, представив ее как продукт целостного взаимодействия грунта, климата, рельефа местности, растений, животных и других организмов. Это было теоретическое построение, вскрывающее механизм почвообразования. В результате этой работы сформировался новый син-

тетический объект исследования, по образцу которого строились в дальнейшем такие объекты, как ландшафт, биоценоз, биосфера и т.п.

* * *

Итак, можно сказать, что мы сталкиваемся с инженерной по своей сути, конструкторской деятельностью во всех областях познания. Мы создаем и реализуем проекты производственной и экспериментальной деятельности, конструируем числа и множество других математических объектов, конструируем системы координат, необходимых для фиксации тех или иных явлений. Наконец, любая теория и даже факты, на которых она базируется, — это продукты конструирования. Я думаю, можно усилить этот тезис и представить все познание как конструирование. Суть в том, что мы познаем не мир как таковой, не предметы и явления в их первоизданном виде, а нашу деятельность с этими предметами и явлениями, которые, кстати, только и приобретают свою самость в этой деятельности. Но деятельность реализуем мы сами, мы ее проектируем и строим, иными словами, мы познаем то, что сами творим, хотя и в соавторстве, ибо везде проглядывает «чужая рука». Но эта рука проглядывает и в творчестве инженера¹³.

Примечания

¹ Мах Э. Основные идеи моей естественно-научной теории познания и отношение к ней моих современников // Новые идеи в философии. Сб. второй. Борьба за физическое мировоззрение. СПб., 1912. С. 126.

² См.: Галилей Г. Избр. труды. Т. II. М., 1964. С. 33.

³ Лагранж. Аналитическая механика. Т. I. М. — Л., 1938. С. 14.

⁴ Там же. С. 5.

⁵ Цит. по: Канаев И.И. Очерки из истории сравнительной анатомии до Дарвина. М. — Л., 1963. С. 35.

⁶ Сент-Илер Э. Ж. Избр. труды. М., 1970. С. 375.

⁷ Больцман Л. Лекции по теории газов. М., 1956. С. 31.

⁸ Менделеев Д. И. Основы химии. Т. I. М. — Л., 1947. С. 87.

⁹ См.: Дорфман Я.Г. Лавуазье. М. — Л., 1948. С. 217.

¹⁰ Там же. С. 214.

¹¹ См.: Розов М.А. Теория и инженерное конструирование // Эпистемология & Философия науки. 2004. Т. 1. № 1.

¹² Поппер К. Предположения и опровержения. М., 2004. С. 109.