**Формирование технических наук**

Исследования Гюйгенса – не только этап формирования инженерной деятельности, но и этап формирования технических наук. Оба эти этапа взаимосвязаны. Мы уже отмечали, что для инженерной деятельности были необходимы специальные знания. Сначала это были знания двоякого рода – естественнонаучные (отобранные или специально построенные) и собственно технологические (описание конструкций, технологических операций и т.д.). Как мы постарались показать, именно естественнонаучные знания позволяли задать естественный процесс, который реализовался в инженерном устройстве, а также определить в расчете точные характеристики конструкций, обеспечивающей данный процесс.

Пока речь шла об отдельных изобретениях, проблем не возникало. Однако начиная с XVIII столетия складывается промышленное производство и потребность в тиражировании и модификации изобретенных инженерных устройств (парового котла и прядильных машин, станков, двигателей для пароходов и паровозов и т.д.). Резко возрастает объем расчетов и конструирования в силу того, что все чаще инженер имеет дело не только с разработкой принципиально нового инженерного объекта (т.е. изобретением), но и с созданием сходного (модифицированного) изделия (например, машина того же класса, но с другими характеристиками – иная мощность, скорость, габариты, вес, конструкция и т.д.). Другими словами, инженер теперь занят и созданием новых инженерных объектов, и разработкой целого класса инженерных объектов, сходных (однородных) с изобретенными. В познавательном отношении это означало появление не только новых проблем в связи с увеличившейся потребностью в расчетах и конструировании, но и новых возможностей. Разработка поля однородных инженерных объектов позволяла сводить одни случаи к другим, одни группы знаний к другим. Если первые образцы изобретенного объекта описывались с помощью знаний определенной естественной науки, то все последующие, модифицированные, сводились к первым образцам. В результате начинают выделяться (рефлексироваться) определенные группы естественнонаучных знаний и схем инженерных объектов, – те, которые объединяются самой процедурой сведения. Фактически это были первые знания и объекты технических наук, но существующие пока еще не в собственной форме: знания в виде сгруппированных естественнонаучных знаний, участвующих в сведениях, а объекты в виде схем инженерного объекта, к которым такие группы естественнонаучных знаний относились. На этот процесс накладывались два других: онтологизация и математизация.

Онтологизация представляет собой поэтапный процесс схематизации инженерных устройств, в ходе которого эти объекты разбивались на отдельные части и каждая замещалась "идеализированным представлением" (схемой, моделью). Например, в процессе изобретения, расчетов и конструирования машин (подъемных, паровых, прядильных, мельниц, часов, станков и т.д.) к концу XVIII, началу XIX столетия их разбивали, с одной стороны, на крупные части (например, Ж.Кристиан выделял в машине двигатель, передаточный механизм, орудие), а с другой – на более мелкие (так называемые "простые машины" – наклонная плоскость, блок, винт, рычаг и т.д.). Подобные идеализированные представления вводились для того, чтобы к инженерному объекту можно было применить, с одной стороны, математические знания, с другой – естественнонаучные знания. По отношению к инженерному объекту такие представления являлись схематическими описаниями его строения (или строения его элементов), по отношению к естественной науке и математике они задавали определенные типы идеальных объектов (геометрические фигуры, векторы, алгебраические уравнения и т.д.; движение тела по наклонной плоскости, сложение сил и плоскостей, вращение тела и т.д.).

Замещение инженерного объекта математическими моделями было необходимо и само по себе как необходимое условие изобретения, конструирования и расчета и как стадия построения нужных для этих процедур идеальных объектов естественной науки.

Накладываясь друг на друга, описанные здесь три основных процесса (сведения, онтологизации и математизации) и приводят к формированию первых идеальных объектов и теоретических знаний технической науки. Что при этом происходит, можно понять на примере введенного Р.Виллисом различения "чистого" и "конструктивного" механизмов. Чистый механизм описывает естественные процессы преобразования движений; этим процессам ставятся в соответствие элементы конструктивного механизма (ведущие и ведомые звенья, соприкосновение качением, скольжением, чистая передача и т.д.). Виллис вводил также классификацию простых механизмов, исходя из принципа отношения скоростей и отношения направлений. Кинематическая задача сложных механизмов осуществляется посредством комбинации простых механизмов [29, с. 154-155].

Механизмы Виллиса и полученные о них знания – это ни что иное, как группа естественнонаучных знаний и онтологических представлений, удовлетворяющая процессам сведения, онтологизации и математизации. Но в теории Виллиса они обретают самостоятельную форму знакового и понятийного существования, что предполагает введение самостоятельных идеальных объектов (в данном случае понятий механизма, его онтологических представлений, классификаций простых механизмов), задание процедур преобразования, отнесение к этим объектам определенных знаний (их можно уже назвать знаниями технической науки) и, наконец, выделение области изучения таких объектов в самостоятельную (прикладная или техническая наука в отличие от фундаментальной). По тому же принципу, как показывает анализ, формируются и другие объекты и знания классических технических наук. Это был первый этап формирования технической науки.

Дальнейшее развитие технической науки происходило под влиянием нескольких факторов. Один фактор – сведение всех новых случаев (т.е. однородных объектов инженерной деятельности) к уже изученным в технической науке. Подобное сведение предполагает преобразование изучаемых в технической науке объектов, получение о них новых знаний (отношений). Почти с первых шагов формирования технической науки на нее был распространен идеал организации фундаментальной науки. В соответствии с этим идеалом знания отношений трактовались как законы или теоремы, а процедуры еe получения – как доказательства. Проведение доказательств предполагало не только сведение новых идеальных объектов к старым, уже описанным в теории, но и разделение процедур получения знаний на компактные, обозримые части, что всегда влечет за собой выделение промежуточных знаний. Подобные знания и объекты, получившиеся в результате расщепления длинных и громоздких доказательств на более простые (четкие), образовали вторую группу знаний технической науки (в самой теории они, естественно, не обособлялись в отдельные группы, а чередовались с другими). В третью группу вошли знания, позволившие заменить громоздкие способы и процедуры получения отношений между параметрами инженерного объекта процедурами простыми и изящными. Например, в некоторых случаях громоздкие процедуры преобразования и сведения, полученные в двух слоях, существенно упрощаются после того, как исходный объект замещается сначала с помощью уравнений математического анализа, затем в теории графов, и преобразования осуществляются в каждом из слоев. Характерно, что последовательное замещение объекта технической науки в двух или более разных языках ведет к тому, что на объект проецируются соответствующие расчленения и характеристики таких языков (точнее, их онтологических представлений). В результате в идеальном объекте технической теории "сплавляются" и "склеиваются" (через механизм рефлексии и осознания) характеристики нескольких типов: а) характеристики, перенесенные на этот объект в ходе модельного замещения инженерного объекта (например, знание о том, что колебательный контур состоит из источников тока, проводников, сопротивлений, емкостей и индуктивностей и все эти элементы соединены между собой определенным образом); б) характеристики, прямо или опосредованно перенесенные из фундаментальной науки (знания о токах, напряжениях, электрических и магнитных полях, а также законах, их связывающих); в) характеристики, взятые из математического языка первого, второго..., n-го слоя (например, в теории электротехники говорят о самой общей трактовке уравнений Кирхгофа, данной в языке теории графов). Все эти характеристики в технической теории так видоизменяются и переосмысляются (одни, несовместимые, опускаются, другие изменяются, третьи приписываются, добавляются со стороны), что возникает принципиально новый объект – собственно идеальный объект технической науки, в своем строении воссоздавший в сжатом виде все перечисленные типы характеристик. Второй процесс, существенно повлиявший на формирование и развитие технической науки – это процесс математизации. С определенной стадии развития технической науки исследователи переходят от применения отдельных математических знаний или фрагментов математических теорий к применению в технической науке целых математических аппаратов (языков). К этому их толкала необходимость осуществлять в ходе изобретения и конструирования не только анализ, но и синтез отдельных процессов и обеспечивающих их конструктивных элементов. Кроме того, они стремились исследовать все поле инженерных возможностей, т.е. старались понять, какие еще можно получить характеристики и отношения инженерного объекта, какие в принципе можно построить расчеты. В ходе анализа инженер-исследователь стремится получить знания об инженерных объектах, описать их строение, функционирование, отдельные процессы, зависимые и независимые параметры, отношения и связи между ними. В процессе синтеза он на основе произведенного анализа конструирует и ведет расчет (впрочем, операции синтеза и анализа чередуются, определяя друг друга).

Каковы же условия применения в технических науках математических аппаратов? Прежде всего для этого необходимо вводить идеальные объекты технических наук в онтологию, соответствующего математического языка, т.е. представлять их как состоящие из элементов, отношений и операций, характерных для объектов интересующей инженера математики. Но, как правило, идеальные объекты технической науки существенно отличались от объектов выбранного математического аппарата. Поэтому начинается длительный процесс дальнейшей схематизации инженерных объектов и онтологизации, заканчивающийся построением таких новых идеальных объектов технической науки, которые уже могут быть введены в онтологию определенной математики. С этого момента инженер-исследователь получает возможность: а) успешно решать задачи синтеза-анализа, б) исследовать всю изучаемую область инженерных объектов на предмет теоретически возможных случаев, в) выйти к теории идеальных инженерных устройств (например, теории идеальной паровой машины, теории механизмов, теории радиотехнического устройства и т.д.). Теория идеального инженерного устройства представляет собой построение и описание (анализ) модели инженерных объектов определенного класса (мы их назвали однородными), выполненную, так сказать, на языке идеальных объектов соответствующей технической теории. Идеальное устройство – это конструкция, которую исследователь создает из элементов и отношений идеальных объектов технической науки, но которая является именно моделью инженерных объектов определенного класса, поскольку имитирует основные процессы и конструктивные образования этих инженерных устройств. Другими словами, в технической науке появляются не просто самостоятельные идеальные объекты, но и самостоятельные объекты изучения квазиприродного характера. Построение подобных конструкций-моделей существенно облегчает инженерную деятельность, поскольку инженер-исследователь может теперь анализировать и изучать основные процессы и условия, определяющие работу создаваемого им инженерного объекта (в частности, и собственно идеальные случаи).

Итог развития технической науки классического типа, в частности, на материале математизированной теории механизмов, созданной В.Л.Ассуром, В.B.Добровольским, И.И.Артоболевским, может быть резюмирован следующим образом [29]. Каждый механизм стал рассматриваться как кинематическая цепь, состоящая из одного или нескольких замкнутых контуров и нескольких незамкнутых цепей, служащих для присоединения звеньев контура к основным звеньям механизма. В теории механизмов появилась возможность получать новые конструктивные схемы механизмов дедуктивным способом. Анализ механизма начинается с разработки на основе его структурной схемы, фиксирующей конструктивные элементы, определенной кинематической схемы. Последняя позволяет исследовать естественный процесс – движение элементов, пар, цепей и отдельных точек. Для решения этой задачи используются так называемые "планы" механизма, т.е. схематические его изображения в каком-либо положении. На их основе составляются системы уравнений, устанавливающие математические зависимости между перемещениями, скоростями и ускорениями звеньев механизма. С помощью графических и аналитических методов расчета определяется положение каждого звена, перемещение точек звеньев, углы поворота, мгновенные скорости и ускорения точек и звеньев по заданному закону движения начального звена. Для расчета сложных механизмов осуществляются их эквивалентные преобразования в более простые схемы. Принципиальные выводы данной технической теории являются следующими: законы структурного образования становятся общими для всех механизмов; анализ общих законов структуры механизмов позволяет установить все возможные семейства и роды механизмов, а также создать их единую общую классификацию; структурный и кинематический анализ механизмов одного и того же семейства и класса может быть проведен аналогичным методом; метод структурного анализа дает возможность обнаружить громадное число новых механизмов, до сих пор не применяющихся в технике [29, с. 159-160]. Таким образом, можно считать, что была построена математизированная теория механизмов. Она оказалась действенным инструментом в руках конструкторов. Доказательством универсальности данной технической теории и выводов из нее служит инженерная практика.

Если теперь кратко суммировать рассмотренный этап формирования технических наук классического типа, то можно отметить следующее. Стимулом для возникновения технических наук является появление в результате развития промышленного производства областей однородных инженерных объектов и применение в ходе изобретений, конструирования и расчетов знаний естественных наук. Процессы сведения, онтологизации и математизации определяют формирование первых идеальных объектов и теоретических знаний технической науки, создание первых технических теорий. Стремление применять не отдельные математические знания, а целиком определенные математики, исследовать однородные области инженерных объектов, создавать инженерные устройства, так сказать, впрок приводит к следующему этапу формирования. Создаются новые идеальные объекты технических наук, которые уже можно вводить в математическую онтологию; на их основе разворачиваются системы технических знаний и, наконец, создается теория "идеального инженерного устройства". Последнее означает появление в технических науках специфического квазиприродного объекта изучения, т.е. техническая наука окончательно становится самостоятельной.

Последний этап формирования технической науки связан с сознательной организацией и построением теории этой науки. Распространяя на технические науки логические принципы научности, выработанные философией и методологией наук, исследователи выделяют в технических науках исходные принципы и знания (эквивалент законов и исходных положений фундаментальной науки), выводят из них вторичные знания и положения, организуют все знания в систему. Однако в отличие от естественной науки в техническую науку включаются также расчеты, описания технических устройств, методические предписания. Ориентация представителей технической науки на инженерию заставляет их указывать "контекст", в котором могут быть использованы положения технической науки. Расчеты, описания технических устройств, методические предписания как раз и определяют этот контекст.

**Формирование и особенности проектирования**

Исторически проектирование возникает внутри сферы "изготовления" (домостроения, кораблестроения, изготовления машин, градостроения и т.д.) как момент, связанный с изображением на чертежах и при построении расчетов, а также на макетах, компьютерах и т.д. внешнего вида, строения и функционирования будущего изделия (дома, корабля, машины). По мере развития и совершенствования деятельности изготовления семиотическая и мыслительная деятельность, опирающаяся на чертежи и расчеты, все более усложнялась; она начала выполнять следующие функции: организация деятельности изготовления, представление отдельных планов и частей изготовляемого изделия, увязка на чертеже различных требований к изделию, репрезентация вариантов его решения, оценка и выбор лучших решений и другие. На этом этапе все эти функции формировались внутри деятельности изготовления и практически не осознавались как самостоятельные.

Проектирование становится самостоятельной сферой деятельности, когда происходит разделение труда между архитектором (конструктором, расчетчиком, чертежником) и собственно изготовителем (строителем, машиностроителем); первые начинают отвечать за семиотическую и интеллектуальную часть работы (конструктивные идеи, чертежи, расчеты), а вторые – за создание материальной части (изготовление по чертежам изделия).

Если раньше чертежная и расчетная деятельности непрерывно соотносились с изготавливаемым и эксплуатируемым образцом, который позволял корректировать чертежи и расчеты, то на данной ступени формирования эти деятельности строятся исходя из самостоятельных принципов и знаний (в которых естественно отразились отношения, установленные ранее в чертежно-расчетной деятельности и деятельности изготовления). Складывается собственно деятельность и реальность проектирования, для которой характерен ряд моментов.

1. Принципиальное разделение труда между проектированием и изготовлением. Проектировщик обязан разработать (спроектировать) изделие полностью, решив все вопросы его внешнего вида, строения и изготовления, увязав при этом разнообразные требования к объекту. Изготовитель по проекту создает изделие в материале, не тратя времени и сил на те вопросы, за которые отвечает проектировщик.

2. Проектировщик разрабатывает все изделие в семиотическом плане, используя чертежи, расчеты и другие знаковые средства (макеты, графики, фото и т.п.). Его обращение к объекту (прототипу или создающемуся объекту) может быть только эпизодическим и опосредованным (т.е. опять-таки выведенным на уровень знаний, чертежей, расчетов).

3. Для проектирования характерны определенная "логика" и определенные возможности, недостижимые вне этой деятельности. Так проектировщик может совмещать и примерять противоположные или несовпадающие требования к объекту; разрабатывать отдельные планы и подсистемы объекта, не обращаясь определенное время к другим планам и подсистемам; описывать независимо друг от друга вид, функции, функционирование и строение объекта и затем совмещать их; разрабатывать (решать) различные варианты объекта (изделия) и его подсистем, сравнивать эти варианты; "вносить в объект" свои ценности. Разрабатывая изделие, проектировщик строит своеобразные "семиотические модели", причем модели проектируемого объекта, полученные на предыдущих этапах (их условно можно назвать "абстрактными"), используются как средства при построении моделей, строящихся на последующих этапах проектирования (т.е. "конкретных" моделей).

Итак, с возникновением проектирования изготовление расщепляется на две взаимосвязанные части: интеллектуальное (семиотическое) изготовление изделия (собственно проектирование), позволяющее решить его оптимальным образом, минуя пробы в материале, и изготовление изделия по проекту (стадия реализации проекта). Позднее откристаллизовавшиеся в практике и осознанные в теории способы и принципы проектирования начинают переноситься и на другие деятельности, трансформируя их. Возникают градостроительное проектирование, системотехническое, дизайнерское, эргономическое, организационное проектирование и другие. Однако при переносе на новые виды деятельности не всегда удается сохранить и провести в жизнь основные принципы и характеристики сложившейся деятельности проектирования, ряд из них в новых условиях не срабатывает, другие действуют частично.

В результате наряду с "классическим", "традиционным" вариантом проектирования (архитектурно-строительным, техническим, инженерным) складываются деятельности, лишь напоминающие по некоторым признакам проектирование (их можно назвать "квазипроектными"). Это противопоставление можно сравнить с близким различением "традиционного" и "нового" проектирования (В.Сидоренко) или прототипического и непрототипического проектирования, последовательно проведенным А.Раппапортом [65, с. 78]. Квазипроектные структуры деятельности можно также назвать проектированием, но в отличие от традиционного "нетрадиционным" или "современным".

Если принять подобную классификацию деятельностей (на традиционное проектирование и квазипроектные деятельности или "современное проектирование"), то можно предположить, что эволюция проектирования идет в следующем направлении: от деятельности изготовления (в технике и инженерии) к традиционному проектированию, от традиционного проектирования к квазипроектным структурам деятельности, т.е. к нетрадиционному или современному проектированию.

В литературе встречается как противопоставление проектирования инженерии и науке, так и его отождествление с ними. П. Хилл, например, пишет: "Инженерное проектирование можно рассматривать как науку. Под наукой обычно подразумевают обобщенные и систематизированные знания" [101, с. 15]. Однако как идеальный тип проектирование принципиально отлично от науки и от инженерии. Прежде всего они отличаются формально по продукту: продукт научного исследования (даже прикладного) – знание, продукт проектирования – проект. "Проектирование и наука, – пишет В.Глазычев, – оказываются разделенными по продукту: проекты в одном случае, знания – в другом. За разделением по продукту неизбежно следуют существенные различия в методах и средствах, используемых деятельностью, создающей продукт. Проектирование включает в свой набор средств знания, созданные наукой, наука включает в число своих средств элементы проектирования (проектирование мысленных и технических экспериментов, их оснащения и т.п.), но принципиальное различие в средствах сохраняется" [26, с. 97].

Проект в широком значении лишь организует деятельность изготовления, знание же удовлетворяет познавательному отношению, характеризуя неизвестное (новое) содержание через уже известное. Научное знание получено не на "реальном" объекте (сформированном в практике), а на знаковой оперативной модели, замещающей этот объект. Кроме того, знание – это знание, "обоснованное" [49], относящееся уже не к реальному, а "идеальному" объекту, который рассматривается в естественной модальности как причина, закон природы и т.п. Характерная особенность получения научных знаний – построение новых знаковых моделей оперативным путем (в развитой форме один из основных источников этой оперативности – математика) с последующим доказательством эффективности построенной модели относительно объекта.

Проектирование в отличие от науки не служит познавательным целям; подобная задача перед ним может возникнуть только случайно. Цель проектирования – создание объекта, удовлетворяющего определенным требованиям, обладающим определенным качеством (структурой). Однако в отличие от опытного (технического в античном смысле) способа изготовления объекта в материале и опробования его на практике в проектировании объект разрабатывается в плоскости "семиотической" (знаковой и знаниевой). Знания для проектирования это только средства, строительный материал, с их помощью (на основе описаний прототипов, функций, конструкций, соотношений, норм и т.п.) проектировщик, с одной стороны, создает "предписания" для изготовления объекта в материале (проект как система предписаний), с другой – описывает строение, функционирование и внешний или внутренний вид объекта, добиваясь, чтобы его структура удовлетворяла требованиям заказчика и принципам проектирования (проект как модель создаваемого объекта). При этом нетрудно показать, что в качестве модели проект имеет две основные функции: "коммуникативную" (связывающую заказчика, проектировщика и потребителя) и "объектно-онтологическую", обеспечивающую внутри процесса проектирования разработку и создание проектируемого объекта.

Особенность проектировочных чертежей как сложных знаковых средств – возможность выражать в них одновременно две разные группы смыслов и содержаний: чисто объектные и операциональные (чертеж может быть разбит на элементы, части, фрагменты, между которыми устанавливаются разнообразные отношения – равенства, подобия, части – целого, пропорциональности, включения, выключения, смежности, положения и т.п.). За счет этого проект может быть прочтен один раз как "знание и описание" (в коммуникации заказчик – проектировщик – потребитель), а другой раз – как сложное предписание (в деятельности изготовления; в этом случае отдельные единицы чертежа отсылают к определенным реальным объектам и действиям измерения и изготовления).

Одно из условий эффективности проектирования – возможность в ходе проектирования не обращаться к создаваемому в материале объекту, к испытанию его свойств и характеристик в практике. Эта фундаментальная особенность проектирования обеспечивается с помощью знаний (научных, инженерных или опытных), в которых уже установлены как основные, обращающиеся в проектировании функции и конструкции, так и отношения, связывающие функции с конструкциями. Действительно, в норме проектирование предполагает движение от требований к функциям (функционированию), а также от функций к обеспечивающим их конструкциям (и наоборот, от конструкций к функциям). В ходе проектирования осуществляется расщепление одних функций на другие, вычленение в сложной конструкции более простых и, наоборот, составление из простых более сложных конструкций (этап проектировочного анализа и синтеза), переход от одних функций и конструкций к другим. При этом проектировщик уверен, что всегда подыщет для функции соответствующую конструкцию, что можно относительно независимо, параллельно разрабатывать "план" функционирования и "план" строения объекта (поскольку они постоянно связываются процессом проектирования), что требования, предъявляемые к проектируемому объекту, можно удовлетворить с помощью известных типов функционирования и конструирования. В общем случае такая уверенность опирается на знания – конкретно на знания прототипов, а также отношений, связывающих функции и конструкции (функционирование и строение).

Подобные знания устанавливаются или в практике, опытным путем (поэтому их можно назвать "опытными") или, что чаще, в инженерии и науке (научные или инженерные знания). Именно инженер устанавливает, как связано функционирование объекта с возможностями материального, технического обеспечения этого функционирования и далее функции с конструкциями. "Знание о соотношении структурных и функциональных особенностей объектов, – пишут Б.И.Иванов и В.В.Чешев, – является в то же время основным условием проектировочной деятельности. По внешней функции объекта строится цепочка действий внутри объекта и определяется морфологическая структура, в которой такая последовательность осуществима" [36, с. 61].

Итак, инженер устанавливает типы, особенности функционирования и строения объекта, а также отношения между функциями и конструкциями, т.е. получает те знания, которые проектировщик кладет в основание операций анализа и синтеза, детализации и конкретизации, разработки вариантов решения проекта и их оценки. Если же инженерные разработки "отстают" или еще не сложились, то проектировщик обращается к специалистам – практикам (изготовителям, эксплуатационникам, экспертам по потреблению) в поисках опытных знаний, необходимых для проектирования. Сегодня опытные знания – один из основных продуктов работы научных отделений в проектных институтах. Так называемое обобщение опыта проектирования, изучение опыта работы спроектированных объектов, уточнение и совершенствование норм проектирования, ряд научных исследований фактически направлены именно на получение опытных знаний. Например, если расчет прочности, нагрузок, устойчивости (в архитектурном проектировании) или токов, сопротивлений и напряжений (в электротехническом проектировании) осуществляется на основе развитых инженерных дисциплин и обслуживающих их технических наук, то "расчет" потоков движения и поведения людей в зданиях (или городе), а также "расчет" деятельности в сложных "человеко-машинных" системах идут на основе опытных знаний и соображений (описаний прототипов, наблюдений, гипотез и т.д.).

Исследования показывают, что проектирование венчает собой длительную эволюцию техники и инженерии. Техническая (доинженерная) деятельность имела дело с реальными орудиями, сооружениями и машинами, "техник" действовал методом проб и ошибок, медленно совершенствовал свои изделия, ориентируясь на опыт их употребления, прототипы, традицию технического искусства. Инженерия является предтечей проектирования. Она впервые соединяет разработку семиотических моделей (научных знаний и теорий) с техническим действием, организуя из них единый процесс инженерного искусства. В инженерии, также впервые, складывается процедура прямого удовлетворения требований, предъявляемых к будущему изделию. Однако инженер озабочен и ограничен прежде всего связью в изделии двух начал – природного и технического, первое начало – источник энергии, силы, движения; второе – возможность воплотить эти природные процессы в жизнь, поставить их на службу человеку, сделать моментом целенаправленного действия.

Подчеркнем еще раз, что в отличие от техники и отчасти инженерии проектирование уже не обращается к реальному материалу, изделию, опыту. Организуя производство через проекты, оно окончательно освобождается и от технического действия. Проектирование – это искусство и "наука" чисто семиотического действия, изделие здесь с начала и до конца создается в плоскости знаковых проектных средств (моделей и предписаний). Возможность не обращаться к материалу, изделию, опыту, возможность решать изделие в плоскости операций со знаками, на моделях, сравнивать варианты решений, испытывать и опробовать соответствующие варианты жизнедеятельности позволяет не только многократно сжать сроки изготовления изделий, но и сделать общее решение неизмеримо качественней и оптимальней. В сравнении с инженерией проектирование не делает различий между одними процессами и другими, одними требованиями и функциями и другими. Для проектировщика эстетический план изделия, например, столь же ценен, как природный, требования удобства и качества жизни сколь же важны, как и требования конструктивные. Именно в проектировании удовлетворяются разнообразные требования, предъявляемые к изделию, причем удовлетворяются быстро и эффективно. С этой точки зрения проектирование – это фактически первый и основной механизм в современной культуре, обеспечивающий связь производства с потреблением, заказчика с изготовителем.

Преимущество инженерного обеспечения проектирования перед опытным очевидно. Во-первых, инженерные знания более обоснованы (экспериментально), чем опытные, во-вторых, они более операциональны, строги, точны (поскольку с их помощью можно вести расчеты параметров), в-третьих, инженерные знания позволяют решать значительно более широкий класс задач, чем знания опытные. Последний момент объясняется опережающей ролью научных представлений и теорий. Являясь деятельностью принципиально семиотической, моделирующей, научное исследование (наука) позволяет строить знания (выявлять закономерности, соотношения), ориентируясь не только на потребности и запросы практики, но и на конструктивно-предметные и познавательные соображения. Поскольку инженер заимствует научные знания для разработки своих конструкций, он получает возможность оперировать соотношениями, описывающими значительно более широкую область действительности, чем та, которая сложилась в текущей практике. В свою очередь, проектировщик, используя инженерные знания о функционировании и строении, о том, как связаны функции с конструкциями, получает возможность решать более широкий класс задач (в сравнении с задачами, которые можно решить на основе опытных знаний). Таким образом, между наукой, инженерией и проектированием в норме существуют тесные органические связи: наука обеспечивает инженерию необходимыми знаниями, а инженерия образует необходимое условие для деятельности проектирования.

Выше мы назвали классический вид проектирования "традиционным". Традиционное проектирование можно специфицировать рядом принципов, которые задают целостность и границы традиционного проектирования, отделяя его от квазипроектных деятельностей, где эти принципы нарушаются или вообще не имеют места. Иногда принципы традиционного проектирования формулируются в литературе (как, например, принцип соответствия функционирования строению), но чаще они фигурируют в профессиональном сознании проектировщиков в качестве так называемых очевидных соображений и постулатов. Далее мы укажем несколько основных принципов традиционного проектирования, не претендуя на полноту (опыт показывает, что сопоставление традиционного проектирования с новыми квазипроектными деятельностями приводит к формулированию и новых принципов). Вот эти принципы.

1. Принцип независимости – материальная реализация проекта не меняет природу и ее законы.

2. Принцип реализуемости – по проекту в существующем производстве можно изготовить соответствующее проекту изделие – вещь, сооружение, здание, город, системы и т.п.

3. Принцип соответствия – в проектируемом объекте можно выделить, описать, разработать процессы функционирования и морфологические единицы (единицы строения) и поставить их в соответствие друг другу; то же справедливо и в отношении функций и конструкций.

4. Принцип завершенности – хотя почти любой проект может быть улучшен во многих отношениях, т.е. оптимизирован, в целом тем не менее он удовлетворяет основным требованиям, предъявленным к нему и его реализации заказчиком, культурой, обществом.

5. Принцип конструктивной целостности – проектируемый объект решается в существующей технологии; состоит из элементов, единиц и отношений, которые могут быть изготовлены в существующем производстве.

**Принцип оптимальности – проектировщик стремится к оптимальным решениям.**

Реализуя в своей деятельности первый принцип, проектировщик описывает и разрабатывает процессы функционирования изделия, мысля их в качестве неотъемлемой компоненты первой или второй природы. При этом он предполагает, что совместно с инженером создает оптимальные материальные условия для существования и протекания этих процессов, причем внесение через создание (изготовление) в существующие природные (и социальные в том числе) процессы этих материальных условий в виде изделия не изменяют общую картину и закономерности этих и других процессов функционирования. Считается, что проектировщик при проектировании может пренебречь искажением процессов функционирования, возникающим в результате инженерно-проектной деятельности, поскольку, используя знания (закономерности) этих процессов, он их обеспечивает и сводит искажения к минимуму.

Второй принцип основан на разделении труда между проектировщиком и изготовителем (т.е. тем, кто реализует проект в материале – строителем, монтажником, сборщиком и т.п.), на обособлении семиотической проектной деятельности от производственной, опирающейся на проекты. Принцип реализуемости заставляет разрабатывать проект таким образом, чтобы тот мог быть реализован в современном производстве (например, требует доводить конкретизацию и детализацию проекта до такой степени, чтобы проектируемый объект "предстал" как состоящий из единиц (элементов и отношений), которые могут быть изготовлены в современном производстве. Таким образом, из принципа реализуемости как бы вытекает принцип конструктивной целостности проектируемого объекта. Он диктует определенный способ реализации проекта, а именно проектируемый объект может быть представлен и разработан в виде конечного числа единиц, заданных, например, в производственных каталогах, нормах, правилах и т.п.

К первому и второму принципам тесно примыкает и третий, наиболее четко осознаваемый в проектировании. Принцип соответствия предполагает, что каждому процессу функционирования (функционированию в целом) может быть поставлена в соответствие определенная морфология (строение), а также функциям поставлены в соответствие определенные конструкции. В практике проектирования этот принцип закрепляется, с одной стороны, в системе норм, нормалей, методических предписаний; с другой – с помощью существующих прототипов и различных образцов проектов и сооружений. Применительно к архитектурному проектированию принцип соответствия (сооружения – процессу, конструкции – функции) и принцип реализуемости впервые сформулировал А.В.Розенберг. В частности, принцип соответствия он считал основным принципом проектирования архитектурных сооружений [70, с. 13]. Современную формулировку этого принципа можно встретить, например, у Э.Григорьева [30, с. 65].

Принцип завершенности, напротив, меньше всего осознается в проектировании, очевидно, потому, что удовлетворение основных требований, предъявляемых к проекту, одна из основных целей, которую преследует проектировщик. Этот принцип не был осознан до тех пор, пока в наше время не стали создаваться проекты, хотя и удовлетворявшие лично проектировщиков-авторов, но не удовлетворявшие заказчика и общество.

Принцип оптимальности проектирования (оптимальности проектных решений) не только четко осознан, но и обсуждается на теоретическом уровне [27]. Попытки сделать проектирование оптимальным фактически ведут к новой его организации.

Нужно заметить, что каждый из указанных нами шести принципов традиционного проектирования есть не только строго определенная установка и ценность проектировочного мышления, но и определенное поле проблем и усилий теоретиков и методологов проектирования.

Рассмотренные здесь особенности и принципы проектирования характерны только для классического традиционного проектирования (инженерного, архитектурно-строительного, технического). Распространение их на другие виды деятельности (градостроительство, дизайн, управление, экономическое планирование и т.п.) затруднено в силу отсутствия или несовершенства научных и опытных знаний о закономерностях функционирования соответствующих объектов (городов, управления, экономики, социокультурной жизни и т.д.). И тем не менее экспансия проектирования на эти виды деятельности происходит. Однако в новых квазипроектных деятельностях существенно изменяется употребление основных проектных средств, а само проектирование начинает выступать как подчиненный момент или этап других более сложных деятельностей (организационно-управленческой, системотехнической, социотехнической) [63].

**Обнаружение технической реальности**

Именно инженерия, инженерный подход позволили осознать, что изготовление устройств, действующих на основе расчета процессов природы, отличается от других видов изготовления, где действие природных процессов или незначительно (зато существенны другие процессы, например деятельности) или же природные процессы невозможно рассчитать и задать. Продукты инженерной деятельности и стали преимущественно называть техникой. Другой фактор, способствующий обнаружению технической реальности – осознание все возрастающего значения, которое продукты инженерной деятельности стали оказывать на жизнь человека и общества. Третий фактор – появление специальной группы инженерных профессий, технического образования, технических наук. Наконец, со второй половины ХIХ столетия можно говорить также и о специфическом осознании технической реальности, с одной стороны, в методологии науки при обсуждении особенностей и природы технических наук, с другой – в философии техники. Выйдя на поверхность научного и общественного сознания, техника с этого времени постепенно начинает привлекать к себе все больше внимания, причем отношение к ней, как мы уже отмечали, колеблется от полного ее отрицания как источника возможных бед, до утверждений типа, что техника – это наша судьба, а с судьбой, как известно, не спорят. Техника для философского изучения оказалась довольно крепким орешком, о чем, например, свидетельствует то, что до сих пор так и не было создано достаточно удовлетворительной концепции техники, а также и то, что многие философы техники говорят о "тайне техники".

Закономерности развития техники. Существует довольно много работ по философии техники, авторы которых пытаются установить "законы развития техники". Однако большинство таких законов не выдерживают никакой критики и прежде всего потому, что их творцы понимают технику прежде всего субстанционально, как технические сооружения. Понятно, что технические сооружения могут быть описаны с самых разных позиций (их эффективности и значения, строению, структуре, типам знаний, которые использовались при создании техники, времени эксплуатации и ареалам распространения и др.) и, следовательно, могут быть выявлены соответствующие, но совершенно разные законы развития техники. Так как эти позиции не отрефлексированы и, кроме того, не отвечают интуитивно чувствуемой сущности техники, то выделенные исследователями "законы развития техники" или игнорируются другими исследователями, или не считаются общими законами, а просто эмпирическими наблюдениями. С последним вполне можно согласиться.

В каком же смысле можно говорить о "законах развития техники"? Ясно, что это не законы природы. Но и не чистые законы деятельности, ведь сущность техники помимо деятельности определяется и рядом других элементов, например технической средой. Законы развития техники – это законы, которым подчиняются артефакты. На изменение техники оказывают влияние и законы деятельности, и семиотические законы, и смена культур, но также итоги развития самой техники. С учетом сказанного попробуем наметить ряд законов развития техники.

"Закон подобия". Известно, что новые технические устройства (орудия, механизмы, машины) или их элементы по многим параметрам похожи на существующие или бывшие в прошлом, а новые инженерные или технические решения повторяют какие-то особенности традиционных решений. Подобное сходство можно определить как "закон подобия", и связать с самой природой технико-производящей деятельности. Так деятельность может воспроизводиться рецептурно, в соответствии с какими-то правилами, по образцам (прототипам). И создание новой техники часто осуществляется в соответствии с идеями сходства или подобия тех или иных технических устройств или их элементов.

"Закон технического эффекта". Открытие нового природного процесса, обещающего практический эффект, или формирование новой области использования природных процессов часто (но, естественно, не всегда) приводит и к созданию новой техники. В том случае, если это происходит, т.е. при реализации и других необходимых условий, можно говорить о действии "закона технического эффекта".

"Закон инженерной гомогенности". Как мы уже отмечали, одно из направлений совершенствования существующей или создания новой техники – сведение технических устройств или их элементов к таким, которые можно описать на основе существующих естественных или технических наук. Другой вариант – сведение технических устройств к уже созданным инженерным путем техническим устройствам или их элементам. В результате технические устройства гомогенизируются, не вообще, а относительно инженерной деятельности (т.е. составляющие их основные процессы сводятся к естественным, условия, определяющие эти процессы, теоретически описываются в естественных или технических науках, параметры соответствующих технических устройств рассчитываются).

"Закон технологической гомогенности". Гомогенизация структуры технического устройства осуществляется не только относительно инженерной деятельности, но и технологии. Необходимое условие технологической гомогенизации – представление технических устройств, создаваемых в исследовательской, инженерной, проектировочной, производственной и других видах деятельности, в качестве единиц, подсистем или событий технологической реальности. Под последней можно понимать реальность, в которой различаются присущие технологии аспекты: новации в деятельности, обеспечивающие цивилизационные сдвиги и завоевания, механизмы развития деятельности, позволяющие создать эти новации, социокультурные факторы, определяющие и ограничивающие возможность развития деятельности. В конечном счете закон технологической гомогенности определяет возможность новых синтезов разных типов естественнонаучных и технических знаний, деятельностей, сфер, что и составляет основу технологии.

"Закон функциональности". В соответствии с этим законом одни технические устройства и решения влекут за собой другие в силу возникновения новых функций. Так создание машин сделало необходимым разработку органов управления машинами, создание органов машинного управления привело к разработке систем контроля и обратной связи, создание технических систем с большим количеством элементов и повышенными требованиями к их работе – к разработке систем надежности (дублирование элементов, контроль за их работой, особые конструктивные решения, ведущие к большей надежности и т.д.).

"Закон технобиологического подобия" (закон Кудрина). В.И.Кудрин показал, что при массовом проектировании и производстве технических изделий, каждое из которых фиксируется в документах (проектных, технологических, эксплуатационных), технические изделия начинают "вести" себя как биологические особи в популяциях. Другими словами, относительно таких популяций технических изделий могут быть сформулированы законы, подобные биологическим [41].

"Закон концептуализации техники". С появлением различных форм осознания техники (в сфере профессионального самосознания, методологии науки и инженерной деятельности, технического образования, философии техники) на развитие техники существенное влияние стали оказывать "концепции техники". Идеи и концепции механизма и машины, дизайнерские теории техники, системотехника, бионика, технологические концепции техники – отдельные примеры подобных концепций техники, оказавших огромное влияние на ее развитие.

В XVI–XVII столетии идеи инженерии и развития техники на основе инженерной деятельности были всего лишь замыслом и отдельными практическими образцами. Но по мере развития новой науки и инженерии, а в XIX–XX столетиях – индустриального производства, целиком опирающегося на инженерию и проектирование, облик нового технического мира становится все более ощутимым. Однако философию техники интересует не внешний облик технического мира, не сам факт поразительного усложнения техники и даже не просто закономерности развития технических форм, а источники и детерминанты, определяющие функционирование и развитие техники. Среди них важное место занимает, как мы писали выше, научно-инженерная картина мира, сложившаяся в конце XIX – начале XX столетия.