Методологические основы инженерной деятельности.

Традиционно под методологией понимают раздел философии, предметом которого является разработка общих методов и принципов познавательной деятельности, а также понятийных структур, категориального аппарата. Она подразделяется на методологию научного познания и деятельности. В реализации своих функций методология деятельности выходит на решение технологических задач. В широком смысле технологию связывают со средствами, инструментами, путями, методами и правилами, руководствуясь которыми, специалист способен решать профессиональные задачи (т. е. «технэ» как искусство ведения ремесла, «путь, каким я иду к достижению цели»). В узком смысле под ней понимают науку, обобщающую знания о различных способах достижения целей в зависимости от специфики, структуры, содержания и направленности той или иной конкретной деятельности.

Структурно в рамках методологического подхода к рассмотрению инженерной деятельности отдельные авторы, относят следующие аспекты: особенности инженерной деятельности; квалификационные требования к инженерной подготовке; взаимосвязь инженерной деятельности и инженерного творчества; проектирование (обобщённая модель проектирования, проектные процедуры и операции, стадии и этапы проектирования, концептуальное проектирование, проектирование и маркетинг, автоматизированное проектирование); соотношение производства и оборудования (виды производства машин и оборудования, технологическая подготовка производства и её автоматизация, автоматизированные гибкие производственные системы; испытания (виды испытаний машин и оборудования, планирование испытаний, измерения, автоматизированная обработка результатов испытаний); эксплуатация машин и оборудования (управление технологическими процессами, техническая диагностика машин и оборудования, поиск дефектов и неисправностей, техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования); вопросы сертификации машин, оборудования и технологий; управление деятельностью (понятие проектного менеджмента, субъекты проекта, организация управления проектами, планирование проекта, менеджмент персонала).

По названиям рубрик видно, что технологичность понимается в узком, вполне чётко определяемом смысле, задаваемом спецификой и направленностью труда. Но даже здесь обращает на себя внимание тот факт, что методология задаёт и сама в основах своих определяется системным подходом, понимание и разработка которого в философии начинается с Аристотеля.

Обращаясь к наследию диалектики как теории развития, осознаем её практическую ценность для научного познания и общественной практики, эвристичность её основных положений, гуманистический характер, что позволяет проблематизировать общественное бытие, уточнить постановку вопросов относительно кризисных противоречий техногенной цивилизации и дать целостный анализ критического состояния коэволюционной системы «человек-техника-социум-космос» в современном мире. Задача реализации философией своей миссии быть «эпохой, схваченной мыслью», предполагает актуализацию философско-методологического наследия и необходимость чЁткого формулирования стратегических, программных проективных задач и поиска подходов к их достижению.

Развитие методологической культуры как важнейшей составляющей профессиональной культуры современного инженера выступает как насущная задача, стоящая перед научным сообществом. Сегодня становится очевидным, что передовые страны - это те, чьи научно-технические и управленческие кадры, на практике реализующие системный подход, обогащаемый ценностно-гуманистическим «планированием», жизнеосуществлением, достигают наилучших результатов в настоящем и определяют точки роста, дальнейшую перспективу.

Так, Джеффри Лайкер в книге «Дао Toyota», описывая этот путь, перечисляет такие качества, как воспитание ответственности, бережливости, принципа «точно вовремя» и автономиза-ции (канбан), уважения, самостоятельности, лидерства; непрерывное обучение, бездефектность, совершенствование, самоанализ, самодисциплинированность, совместная работа в команде, обсуждение проблем в консенсусе, выражение сомнения, стандартизация, подбор кадров, постановка трудных задач и т. д. В основе своей они исходят из единства с 14 принципами Дао и в итоге обеспечивают успех, качество, надёжность и долгосрочность проектов предприятия. Речь не просто об эффективном менеджменте, но о привитии основ философско-этической культуры, что позволяет достичь потрясающих результатов. Инновационный характер науки и техники тесным образом коррелирует с такими современными областями, по существу междисциплинарными сферами, как системное проектирование, моделирование, социопроектирование, где использование данных принципов является необходимым условием и базисом.

Мировоззренческая культура и методологическая культура существуют в неразрывной взаимосвязи между собой. Если эти связи отсутствуют или неявно выражены - это ведёт не к синтезу, а к эклектицизму и поверхностно-описательному характеру, разрыву традиций и новаций, историческому забвению и трансформациям в сознании, постулированию релятивизма, нивелированию и вымыванию нормативно-ценностных основ. Профессиональная культура инженера выступает как единство культуры мышления и поведения, культуры чувств и речи. Личность инженера представляет собой органический сплав таких качественных характеристик, которые особенным способом конституируют и моделируют его образ мышления и поведения: интеллектуальные, психологические, нравственные, эстетические, коммуникативные качества. Развитые в высшей степени, они позволяют достичь творческих высот в профессии. Овладение методологией в этом ракурсе не только позволяет занять собственную «нишу» в среде (обрести социальный статус), но и понять место и роль инженера в системе общественных отношений.

Размышление над этими вопросами естественно для ведущих специалистов в конкретных отраслях. Их лейтмотив сводится к следующему положению: «инженер - специалист, обладающий системным мышлением».

Принцип системного мышления (как целостного и иерархичного, с использованием дедукции и индукции) у будущих инженеров развивают не только в рамках изучения конкретно-научных дисциплин, связанных с компьютерной техникой, программированием, физико-математическим моделированием, но и с помощью философских категорий. Безусловно, специфика инженерно-технической деятельности накладывает отпечаток на особенности мышления. Например, в радиотехнике инженер, овладевая своей деятельностью, должен иметь чёткое представление об общей структуре технической системы, о функциональных особенностях данной системы (построение схемы) и конкретном устройстве (механизма, узла, агрегата или цепи). В диалектике этим уровням соответствует триада категорий: единичное - особенное - общее.

Занимаясь проектированием, изобретательством, технический специалист остро нуждается в знании основ технического творчества, моделирования. Об актуальности изучения основ материализма и диалектики, обращения к трактовке философией категории «модель» пишут сами технические специалисты. «Современные радиоэлектронные изделия характеризуются функциональной, конструктивной и технологической сложностью. К ним предъявляются повышенные эксплуатационные, конструктивно-технологические, экономические, эстетические и эргономические требования. В связи с этим заметно возросла творческая роль инженера конструктора-технолога радиоэлектронных средств. Технология - это наука, изучающая взаимосвязи физических, химических и биологических процессов с целью получения конкретной продукции. Изготовление же любого изделия связано с реализацией целого комплекса взаимно связанных технологических процессов. Из этого следует, что инженер-технолог должен мыслить системно, постоянно увязывая границы применимости этих процессов в рамках конкретной технологии» .

Системный подход используется при исследовании сложноорганизованных систем, в проектировании, теории организации и управления производством, системотехнике: «системный подход и системный анализ выступают в качестве методологии исследования сложных объектов посредством представления их в качестве систем, моделирования этих систем и их анализа. Именно системный анализ позволяет выявить условия, приводящие к наилучшим результатам функционирования и оптимизации системы. При этом любой объект рассматривается не только как неразделимое, единое целое, но и как система взаимосвязанных составных элементов, их свойств и качеств». Кроме того, системный подход тесно связан со структурно-функциональным анализом, что также используют в своей практике инженеры. Возрастание в рефлексивной деятельности методологической компоненты привело к тому, что «под влиянием индустриализации научного труда меняются требования к виду научного результата: он должен не только удовлетворять общим логическим и семиотическим требованиям, но и получать „инженерную" форму, т. е. выступать в виде безличной конструкции, технического блока, который стандартными способами включается либо в систему эмпирического базиса науки (если речь идёт об экспериментах или первичных наблюдениях), либо в систему исходных данных, расчётов и т. п. (в прикладных исследованиях и разработках). Иными словами, к принципам, диктуемым общими законами социальной организации знания, в этом направлении развития науки добавляются принципы, вытекающие из многосторонней и непосредственной кооперации большого числа исследователей, занятых решением одной общей проблемы. Понятно, что в такой ситуации рефлексия направляется на „стыковку", „увязывание" массовой по своему характеру деятельности. Это находит выражение как в бурном развитии исследований по различным аспектам организации научной деятельности, так и в создании многообразных методов и методик для собирания, обработки и оценки различных эмпирических данных».

Исследователи отмечают, что «системный или комплексный подход к решению проблем позволяет раскрыть характер системных противоречий, выявить сложную взаимосвязь разных проблем и выработать стратегию решения поставленных задач». Полагаем, что методологически для специалистов важно различать такие понятия, как «системный подход», «теория систем», «системный анализ», «принцип системности», систематизация, системность, систематичность, а также развести методичность, методологизм и методологичность, поскольку они широко и неоднозначно употребляются в естественных, математических, технических и социально-гуманитарных науках.

Разработка проблем технического творчества, критериев Нового в технике, изучение творческого становления личности, особенностей творческого мышления, неоднозначности и противоречивости результатов творчества, оценки (как технической, так и экологической, социальной) и социогуманитарной экспертизы тех или иных проектов, детерминации развития техники, социально-исторических этапов её становления, последствий научно-технологической революции и научно-технического прогресса, этических аспектов инженерной деятельности, осознание роли критической рефлексии в формировании новых проективных исследовательских программ - вот лишь небольшая часть вопросов, требующих ответственного подхода в инженерном образовании.

Отчасти эту задачу как раз и призваны решать курсы для магистров и аспирантов по философии науки и техники. Ещё больших усилий требуется для постановки и решения новых проблем в связи с назревающими и постоянно меняющимися условиями общественных форм бытия. Проблема заключается не просто в отрыве и «противостоянии» технической интеллигенции гуманитарной общественности. Парадокс состоит едва ли не в обратной ситуации: технари в большинстве своём испытывают потребность и открыты к диалогу, но готовность к решению этих вопросов в среде научно-педагогических работников, преподающих цикл социально-гуманитарных предметов, не всегда в явном виде присутствует.

Эволюция научно-технических достижений, противоречивость развертывания исторических этапов развития системы «человек-техника» свидетельствуют о повторяемости, закономерностях, объективности разворота событий и ситуаций в современном мире, что отражается в повороте как самой философии и технических специалистов, гуманитарно настроенных, готовых к межкультурному диалогу, так и системы образования к осмыслению этих поистине исторических аспектов в изменении статуса и образа социокультурных феноменов Науки и Техники. Преодоление теории и методологии сциентизма и техницизма возможно лишь на пути гуманизации научно-технического развития. К сожалению, история также демонстрирует, что метафизических «прозрений» никогда не наступает там, где нет детальной проработки понятий, категориальных структур, попытки понять взаимовлияние научной, технической и художественной культуры, мировоззрения и практики, роли инженерного образования (о чём находим глубокие размышления у Н. А. Бердяева, П. К. Энгельмейера и др.).

В методологическом ракурсе философия науки и техники способствует выработке ценностных регулятивов, сопровождающих поиск в научно-техническом творчестве; формированию профессиональной культуры; решению проблем профессиональной этики. Реализуя методологические принципы своей деятельности, инженерное сообщество (лучшие его представители) способно выполнять функции интеллектуальной элиты, вырабатывать основные принципы профессиональной культуры и профессиональной этики, реализовать положения этического кодекса инженера, являть на практике ценностно-смысловые характеристики структуры личности инженера (наряду с профес-сионально-компетентностными).

Принципы системного проектирования

Как было отмечено выше, проектирование, если оно нацелено на получение эффективных результатов, должно базироваться на системном подходе. Но мы имеем право говорить о системности подхода, если существуют и выполняются его принципы. В настоящее время еще нельзя утверждать, что известны их полные состав и содержание применительно к проектной деятельности, однако можно сформулировать наиболее важные из них.

1. Практическая полезность. Непрерывный рост потребностей людей вынуждает решать все новые и более сложные задачи. С другой стороны, ведение разработок заметно упирается в ограниченность ресурсов, ощутимее становятся убытки в случае получения неудовлетворительных результатов. Поэтому возрастает важность учета следующих положений:

деятельность должна быть целенаправленной, устремленной на удовлетворение действительных потребностей человека. При этом подразумевается реальный потребитель или определенная социальная, возрастная или иная группа людей. Потребности должны определять цели проектирования и стимулировать деятельность по их достижению. Однако стоит помнить, что цели бывают как очевидными, так и неявными, кажущимися второстепенными или проявляющимися позднее, спустя некоторое время;

деятельность должна быть целесообразной. Удовлетворение не всех новых потребностей нуждается в создании новых объектов, следовательно, — в проведении соответствующих разработок. Важно вскрыть причины, препятствующие использованию существующих объектов для удовлетворения новых потребностей. В свою очередь, причины вызываются противоречиями, возникающими как внутри старых объектов, так и вне их, в эксплуатирующем их обществе. Выявление ключевых противоречий позволяет концентрировать усилия на решении главных задач, конкретизирует деятельность, что сокращает затраты на проектирование и сроки проведения разработки;

деятельность должна быть обоснованной и эффективной. Окружающий нас мир многообразен и, следовательно, удовлетворение потребности возможно разными путями. Разумным будет использование не любого решения задачи, а поиск оптимального варианта, т.е. наилучшего среди допустимых при наличии правила предпочтения одного другому. Такое правило называется критерием оптимальности, а мерой предпочтения будут служить показатели качества.

Обратим внимание на то, что слово «оптимальный» происходит от лат. optimus и означает «наилучший» (самый лучший). Поэтому словосочетание «самое оптимальное решение» (т.е. самое самое лучшее решение) является тавтологией. С другой стороны, можно говорить об оптимальном решении только при удовлетворении двух условий: 1 — наличия хотя бы одного критерия, 2 — наличия не менее двух сравниваемых вариантов (необходимость осуществления выбора).

Каждый выбор лучшего варианта конкретен, поскольку производится на соответствие определенным критериям. Следовательно, говоря об оптимальном решении, всегда нужно указывать эти критерии (т.е. оптимальный по ...). И то, что может быть оптимальным при одном критерии, не обязательно будет таковым при другом. Поэтому недомолвки недопустимы.

Под качеством продукции подразумевается совокупность свойств, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенным потребностям в соответствии с назначением (ГОСТ 15467). К показателям предъявляются следующие требования:

монотонная связь с качеством при условии постоянства остальных показателей;

простота определения, измерения и контроля;

наглядность отображения свойств объекта или процесса;

соответствие рассматриваемым свойствам;

хорошая чувствительность к изменению этих свойств;

устойчивость к случайным помехам.

Качество продукции обычно характеризуется рядом показателей. Например, двигатель автомобиля должен обладать высоким КПД, низкой стоимостью, малыми габаритами и т.д. Состав показателей зависит от назначения проектируемого объекта, условий его функционирования и других факторов. Пытаться учесть как можно больше показателей в стремлении максимально полно охарактеризовать проектируемый объект делает задачу проектирования практически не решаемой. Важно выделять главные показатели, отражающие наиболее существенные потребительские свойства объекта.

Критериальный подход к проектированию позволяет не только отыскивать эффективные решения, максимально удовлетворяющие потребности заказчика, но аргументировано объяснять причины их выбора, обосновывать принятые решения.

2. Единство составных частей. Эффективность решения задачи зависит и от того, насколько полно учтены все связи, как между частями рассматриваемого объекта, так и с взаимодействующими с ним другими объектами.

Целесообразно любой объект, сложный ли он или простой, рассматривать как систему, внутри которой можно выделить логически связанные более простые части — подсистемы, единство частных свойств которых и образует качественно новые свойства объектасистемы. С другой стороны, ряд объектов-систем могут быть взаимосвязанными и образовывать более общую систему, которую называют надсистемой. Например, объект-система «лампочка» включает подсистемы «цоколь», «колба», «нить накаливания», а с другой стороны, является частью, например, такой надсистемы, как «настольная лампа».

Все три понятия — подсистема, система, надсистема,- относительны и их конкретное содержание определяется назначением объекта и условиями его применения. Так, в предыдущем примере система «настольная лампа» в свою очередь является подсистемой для системы «жилая комната».

Разрабатываемые объекты предназначены для людей, ими создаются и эксплуатируются. Поэтому человек также обязан рассматриваться в качестве одной из взаимодействующих систем. При этом должно приниматься во внимание не только физическое взаимодействие, но и духовно-эстетическое воздействие.

Функционирующие объекты активно взаимодействуют с окружающей средой, испытывая влияние внешних нагрузок, изменения температуры, влажности и других факторов. В то же время объекты сами оказывают влияние на эту среду, загрязняя ее продуктами износа и утечками веществ, выделяя тепло и т.п. Внешняя, или как ее еще называют — жизненная среда, также должна рассматриваться в качестве системы, взаимосвязанной с проектируемым объектом. Жизненная среда конкретизирует условия применения и производства объекта проектирования, влияет на выбор показателей качества.

3. Изменяемость во времени. Объекты проектирования существуют не мгновение, а, как и живой организм, последовательно «проживают» ряд этапов:

постановка цели и планирование работы,

проведение исследований и проектирование,

производство,

эксплуатация,

утилизация (переработка и захоронение вышедшего из употребления изделия).

Все вместе, т.е. период от возникновения потребности в создании объекта до его ликвидации вследствие исчерпания потребительских качеств, составляет жизненный цикл. Учет этапов жизненного цикла позволяет уменьшить издержки или даже предотвратить возможную катастрофу вследствие действия «непредусмотренных» обстоятельств, рационально спланировать деятельность по созданию и обслуживанию объекта.

С другой стороны, новое изделие возникает не на пустом месте. Важно учитывать историю и предусматривать перспективы развития и применения разрабатываемого объекта, а также областей науки и техники, на достижениях которых базируются соответствующие разработки.

Эвристические методы

Долгое время в основе творчества лежали методы проб и ошибок, перебора возможных вариантов, ожидание озарения и работа по аналогии. Так, Эдисон провел около 50 тысяч опытов, пока разрабатывал устройство щелочного аккумулятора. А об изобретателе вулканизированной резины Чарльзе Гудиер (Goodyear) писали, что он смешивал сырую резину (каучук) с любым попадавшимся ему под руку веществом: солью, перцем, сахаром, песком, касторовым маслом, даже с супом. Он следовал логическому заключению, что рано или поздно перепробует все, что есть на земле и, наконец, наткнется на удачное сочетание.

Однако со временем такие методы начали приходить в противоречие с темпами создания и масштабами современных объектов. Стали вырабатываться рекомендации, позволявшие более осознанно подходить к проектированию как творческой деятельности. Наиболее интенсивно поиском новых методов занялись со второй половины 20 века, причем не только посредством изучения приемов и последовательности действий инженеров и других творческих работников, но и на основе достижений психологии и физиологии мозга.

Сейчас практически во всех преуспевающих фирмах, занятых созданием материальной и нематериальной (программы, методики) продукции, поиск новых идей и решений ведется с помощью тех или иных эвристических методов. А для современного инженера знание этих методов становится столь же необходимым, как и умение писать и читать. Даже журналисты, художники, бизнесмены и представители других профессий, кто остро нуждается в оригинальных идеях, активно используют такие методы.

Экспериментальные исследования, в основном, ведутся с двумя целями:

определение закономерностей и характеристик, присущих исследуемому объекту (например, зависимость удлинения детали при ее нагреве), и определение действительных значений его параметров (например, физико-механические свойства используемого материала, степень коррозиоустойчивости и т.п.). Эта деятельность связана с экспериментальными исследованиями, поиском нового и неизвестного;

сбор данных, которые будут содержать достаточные сведения для подтверждения правильности гипотез или ранее принятых решений (определение фактических характеристик, их соответствие заданным показателям качества, проверка технологических решений и т.д.). Такие работы связаны с проведением испытаний, т.е. практической проверкой теорий и предположений. Испытания разработанного объекта обязательны для подтверждения возможности его запуска в производство. Порядок таких испытаний регламентируется ГОСТ 15.201.

Экспериментальные данные получают посредством измерений, анализов, диагностирования, органолептических методов (вкус, запах и т.п.), фиксации событий (отказы, повреждения) и другими способами. Исследуемые характеристики изделий либо экспериментально оцениваются (задача — получение качественных или количественных оценок), либо контролируются (задача — установление соответствия реальных характеристик требуемым). Характеристики могут замеряться в процессе работы или на нефункционирующем изделии, до либо после приложения воздействия.

Испытания проводятся в естественных или искусственно созданных (моделируемых) условиях, или же в условиях, обусловленных функционированием самого изделия (например, внутренний нагрев вследствие трения). Для имитации условий используют следующие виды воздействий:

механические (внешние нагрузки, вибрации, удар и т.п.);

климатические (атмосферное давление, температура, влажность, пыль и т.п.);

термические (нагрев или охлаждение);

радиационные;

электрические (напряжение, ток, поле);

электромагнитные;

магнитные;

химические (специальные среды);

биологические.

Формализованные методы.

Область применения формализованных методов постоянно расширяется. Это объясняется их следующими достоинствами:

позволяют построить прогноз поведения изделия или процесса во времени и в пространстве;

позволяют сравнительно быстро и дешево найти (рассчитать) несколько вариантов решений, что служит основой для выбора лучшего и, следовательно, конкурентоспособного изделия;

позволяют определять параметры на ранних этапах проектных работ, когда вид создаваемых объектов или их макетов еще точно не известен;

позволяют поставить «чистый» эксперимент, т.е. исследовать свойства и характеристики в зависимости от заданных параметров при отсутствии влияния (постоянстве) других параметров;

обеспечивают психологический комфорт и снимают неопределенность и неуверенность в процессе решения задачи благодаря опыту и знаниям специалистов, создавших эти расчетные зависимости;

позволяют автоматизировать деятельность.

С другой стороны, «объективность» формализованных методов еще не гарантирует их полного соответствия действительности, поскольку точность результатов зависит от следующих факторов:

присутствие в расчетах ошибок как субъективных, допускаемых человеком, так и являющихся результатом некачественной работы или сбоя в работе используемого устройства (компьютеров, измерительно-управляющих систем и т.п.);

правильность выбора модели и метода, их адекватность и точность (субъективный фактор);

полнота и достоверность исходной информации, корректность (точность) формулировок решаемой задачи.

Информация для презентации взята:

Ташлинская Елена Шамильевна Методологические аспекты инженерной деятельности // Вестник УлГТУ. 2015. №1 (69)

https://www.cfin.ru/management/controlling/sys\_project.shtml#p3