

Оглавление

Тема 1. Инженерное творчество как феномен культуры.....	2
1.1. Культура как личная и общественная ценность.....	2
1.2. Инженерная деятельность как синтез технической и гуманитарной культуры.....	5
1.3. Инженерное и научно-техническое творчество как феномен культуры.....	9
1.4. Культурное пространство инженера - альтернатива противостоянию гуманистических ценностей и технического прогресса.....	16
Тема 2. Этапы развития инженерной деятельности.....	20
2.1. Этапы развития инженерной деятельности.....	20
2.2. Классическая инженерная деятельность.....	22
Тема 3. Системотехническое и социотехническое проектирование.....	30
3.1. Системотехническое проектирование.....	30
3.2. Социотехническое проектирование.....	39
3.3. Оценка последствий инженерной и научно-технической деятельности.....	47
Тема 4. оценка объектов проектирования как результатов инженерного творчества.....	51
4.1. Требования к объектам проектирования.....	51
4.2. Принципы, организация и этапы проектирования.....	55
4.3. Оценка объектов и результатов проектирования.....	60

Тема 1. Инженерное творчество как феномен культуры

1.1. Культура как личная и общественная ценность

Культура – одно из самых сложных и многомерных понятий, используемых в научном и практическом обиходе. Часто оно применяется для обозначения крайне сложных понятий в разных научных дисциплинах и к тому же в самых различных системах мысли.

История формирования этого понятия связана прежде всего с его этимологией. Появлению этого слова в различных европейских языках непосредственно предшествовало латинское *cultur*, происходившее от *colere*. Последнее имело множество значений: населять, культивировать, покровительствовать, поклоняться, почитать и т.д. Некоторые из них со временем образовали самостоятельные термины (культ, колония и др.).

В научный оборот термин был введен в эпоху Просвещения, когда он приобретает самостоятельное научное значение. В этот период человек творит новые условия своего существования, активно воздействуя на природную среду, впервые осознавая себя силой, способной не только противостоять природе, но и преобразовывать ее. Многие мыслители новой эпохи задаются вопросом о сущности этой созданной в противовес <натуре> среды человеческого существования, <второй природы>, подчас вкладывая соответствующий смысл в термин <культура>. В данном понятии была зафиксирована, во-первых, область действительности, детерминированная не природной необходимостью, не божественным предопределением, а деятельностью человека как самостоятельного и свободного существа, где человек предстает не как творимое, а как творящее существо. И, во-вторых, <культура> стала обозначать меру совершенства общественного человека, уровень его социализации, степень воспитанности, просвещенности, образованности.

Явление культуры в современном значении сложно для научного исследования в силу своей многозначности, имеющей исторические корни. Этим во многом обусловлена многоаспектность его толкований и определений.

- описательные определения, в которых упор делается на перечисление всего того, что охватывает понятие культуры. Родоначальником такого подхода считается знаменитый антрополог Э. Тайлор;

- исторические определения, в которых акцент делается на процесс социального исследования, традиции. Примером может служить определение, данное лингвистом Э. Сепиром;
- нормативные определения, ориентирующиеся на идею образа жизни (антрополог К. Уислер) или на представления об идеалах и ценностях (философ Т. Карвер, социолог У. Томас);
- психологические определения, в которых упор делается либо на процесс адаптации к среде (социологи У. Саммер и А. Келлер, либо на процесс научения (антрополог Р. Бенедикт), либо на формирование привычек (социолог К. Янг);
- структурные определения, в которых внимание акцентируется на структурной организации культуры. Здесь характерны определения, данные антропологом Р. Линтоном;
- генетические определения, в которых культура определяется с позиций ее происхождения (социологи П. Сорокин, Г. Беккер).

Под термином <культура> современная философия понимает характеристику прежде всего человеческого общества; культура не наследуется биологически, но предполагает обучение, она представляет собой субъектно-личностное измерение исторического процесса, его творческое начало. Кроме того, большинство специалистов соглашались с тем, что современная цивилизация переживает кризис, основу которого составляет глобальный кризис культуры, являющийся результатом истощенности возможностей ее развития в отчужденных формах.

Культура есть сознательная работа над своим собственным совершенствованием и над упорядочиванием всего того, что окружает человека. Человеческая личность окружена хаосом природных, общественных и исторических условий, а культура призвана гармонизировать его в целях воплощения определенных идеалов. Не случайно Кант трактовал культуру как способность ставить любые цели, в которых воплощается движение к моральному состоянию общества. Опираясь на мнение великого философа, авторы защищают позицию, согласно которой культура выражает специфику человеческой деятельности, а не отменяет природу человека. Поиски человека до культуры и вне культуры не имеют смысла, ибо само появление человека на заре истории уже следует рассматривать как феномен культуры. Невозможна культура вопреки человеку и личность вопреки культуре. Это - неделимое целое. Будучи стержнем всей человеческой деятельности, культура выступает не только инструментом сохранения совокупного духовного опыта

человечества, но и обеспечивает эффективную передачу и дальнейшую разработку этого опыта.

В контексте рассматриваемой проблематики культура может быть определена как социально значимая творческая деятельность, представленная в диалектической взаимосвязи ее результатов (опредмеченных в ценностях, нормах, традициях, знаковых и символических системах и т.д.) и ее процессуальности, предполагающей освоение (распредмечивание) людьми уже имеющихся результатов предшествующего творчества, т.е. превращение богатства культурного опыта предшествующих поколений во внутренне богатство индивидов, вновь воплощающих его содержание в своей социальной деятельности, направленной, в свою очередь, на преобразование действительности и самого человека. Культура, таким образом, выступает в качестве не состояния, а процесса, по существу своему не имеющего конечного звена.

Поэтому справедливым будет утверждение, что культура в собственно антропологическом аспекте есть способ и форма человеческого бытия, историческая мера человеческого образа жизни. Она включает в себя исторически-конкретную совокупность знаково-символических систем, аккумулирующих опыт бытия в виде способов восприятия, мышления, познания, переживания и действия, а также в виде знаний, ценностей, способов и критериев оценки, нормативов, хранящих и воспроизводящих опыт всех форм духовно-практической деятельности человека.

Опосредуя отношение человека к природе, орудия труда являются проводником человеческой деятельности, они обладают человеческой обобщенностью (в них овеществляется сила труда и знаний), служат средством общественного воздействия на индивидуальное поведение и осуществляют передачу филогенетического опыта от поколения к поколению, выступают как важнейший фактор социально-экономической организации общества. Преобразуя природу и свои межличностные отношения, человек познает их закономерности и использует их в практической деятельности.

Коррелятором и аналогом орудий труда являются языковые знаки. Семантические функции сложного языкового знака можно определить следующим образом: это символ - в силу своей соотнесенности с предметами и положением дел; это симптом (примета, индекс) в силу своей зависимости от отправителя, внутреннее состояние которого он выражает, и сигнал в силу своего обращения к слушателю, чьим внешним поведением или внутренним состоянием он управляет так же, как и другие коммуникативные знаки.

1.2. Инженерная деятельность как синтез технической и гуманитарной культуры

Техника сопутствует человеку на всем протяжении его истории. Целенаправленное созидание искусственной среды и искусственных средств труда - один из существенных отличительных признаков человека, как биосоциального существа. По-видимому, благодаря именно этой способности человек смог занять лидирующее положение в Природе. Но рано или поздно количество переходит в качество. И по мере развития общества и его технической оснащенности стали проявляться некоторые противоречия между ними, вылившиеся в наше время в крупные проблемы. В первую очередь следует назвать экологическую, так как вследствие необдуманного и варварского отношения к природе под угрозой гибели оказалась вся планета Земля.

Не менее острыми являются негативные социальные последствия научно-технического прогресса. Техника более или менее защитив человека от стихии, дав ему тепло, жилище и пищу, вместе с тем сузила полноту общения с Миром, с Природой. А разделение труда привело к общему снижению физических и интеллектуальных нагрузок при одновременном перенапряжении одних мышц по сравнению с другими и канонизировало мыслительные процессы. В таких условиях человек не может быть развит гармонично. Возникла проблема незанятых рабочих рук и свободного времени. И, несмотря на все достижения техники, Человек не стал лучше и чище. Не стал счастливым.

Техника укоренена в культуре. Она является одной из форм активности человека. Как нельзя понять природу человека вне этой формы активности, так и невозможно понять саму технику вне культурного контекста. Поэтому мы говорим как о культурной ценности техники, так и о технической стороне культуры. Размышляя над природой техники, мы неизбежно вовлекаемся в социокультурную сферу и сферу естествознания. Действительно, задавая, например, вопрос о работе атомного реактора, мы обращаемся к атомной физике, без которой невозможно понять его устройство и функционирование, и социокультурному контексту, в котором атомный реактор выступает, как средство решения определенных человеческих проблем. Выражаясь языком Аристотеля, мы говорим о действующих и целевых причинах.

Выход в область культуры при исследовании техники освобождает от одностороннего понимания ее только как средства выживания человека. При этом становится ясно, что техника прежде всего является средством формирования и развития человека. Ведь проблема выживания и

приспособления человека к внешней природе существенным образом зависит от проблемы развития человека. Сегодня мы не в состоянии выжить, не изменив наше сознание, не перейдя к новому стилю мышления. Сдвиг в современном сознании связан с отказом от диктатуры, односторонней идеи господства, насилия, которая в обществе привела нас на грань ядерной катастрофы, в отношении к природе - к экологическому кризису, в духовной сфере - к одномерному человеку-потребителю, доказав тем самым свою ущербность.

Длительное время в нашей инженерной деятельности по существу отсутствовала установка на культуру, а без культуры технический прогресс невозможен. Утвердившееся сциентистское мировоззрение самого человека воспринималось как вещь, как функция производства. Технократизм, подобно раковой болезни, разъедает все тело культуры и становится тормозом научно-технического прогресса, ибо сковывает всестороннее развитие человека. Опрокинутое только на себя, отчужденное от человеческих, то есть гуманистических ценностей, сциентистско-технократическое мировоззрение теряет ориентиры технического прогресса и исходит из представлений о будущем, как развернутом настоящем. Революционные сдвиги в технике и технологии не предвидятся, что и имело место в нашей стране. Между тем технологическое отставание приводит к фетишизации какого-либо технического новшества и не более. Так было в свое время с необоснованными подходами на внедрение АСУ, в них видели панацею от всех бед, забывая то обстоятельство, что не всякая информация есть благо. В порывах необузданного энтузиазма АСУ чуть ли не обожествлялись. Считалось, что введение в процесс управления вычислительной машины само по себе великое благо. Однако, нередко АСУ оборачивается увеличением нагрузки сотрудников - им приходится заполнять массу бумаг. Да, информация может быть вредной, когда она излишне засоряет, утяжеляет процесс управления. Никакая информационная техника не в состоянии ставить проблемы, но деформировать интеллект человека может при её неразумном использовании.

При всех положительных чертах информации обществу не следует упускать из виду и возможные опасности. Западноевропейская философия техники уже их заметила.

Цель инженерной деятельности - создание технических средств, то есть материальных объектов, заменяющих производственные функции человека и облегчающих труд или повышающих его производительность. Зародившись в Новое время, инженерная деятельность ориентировалась на получение прибыли и господство над природой. То и другое формировало инженера-технократа. Сейчас наступает перелом в самом понимании инженерной деятельности.

Рождение техники информационных процессов приводит к автоматизации умственного труда. В этих условиях наиболее эффективным оказывается не погоня за сиюминутным успехом, а ориентация на достижения науки, что требует не только компьютеризации, но и фундаментализации инженерного образования. Но, главное, приходится отказываться от потребительского отношения к природе, что означает преодоление принципа господства над природой. В этих условиях особенно актуальной становится проблема формирования культуры инженерного мышления, без которой невозможна ориентация инженерной деятельности на возвышение человека. Наш век дал слишком много фактов, когда в условиях тоталитарных режимов использование достижений науки и техники приобретало антисоциальное, технократическое направление. Не случайно К. Ясперс расценил НТР как эпоху негативных преобразований, сулящих в перспективе <власть разрушительных сил и мрак небытия>. Техницизм, по его мнению, разрушает духовные ценности, нивелирует личность, и люди превращаются в маски, лишенные почвы, отзвуков своего бытия. На смену враждебным силам природы пришла враждебная человеку техника и технология и перед человечеством стоит проблема освобождения от власти техники. Техника информационных процессов может стать дорогой к свободе, но при условии, если очередная новинка не будет превращаться в <божество>, а станет рассматриваться как средство реализации человеческих целей.

XX век можно по праву называть веком инженерии. Техническая база общества уже не может функционировать без инженерного труда. Стремительное расширение техносферы порождает на рубеже тысячелетий такие проблемы, о которых раньше и не подозревали. Техника претерпевает во истину революционные изменения и это в значительной степени связано с возникновением и совершенствованием техники информационных процессов. Этот качественно новый этап в развитии техносферы общества в западной социологии техники был обозначен как <новая технологическая волна>. Результаты ее воздействия на общественную жизнь налицо, а последствия пока непредсказуемы. В гносеологическом плане радикально меняется техническая картина мира как совокупность зафиксированных в сознании человека средств труда и способов действия для достижения цели по очеловечиванию природы. Это изменение связано с ломкой традиционных представлений о технике, поскольку в технике информационных процессов уже моделируются интеллектуальные функции человека. В социальном плане под воздействием революционных сдвигов в технике и технологии формируется качественно новый тип цивилизации, получивший название <информационного общества>. Последнее обстоятельство особенно диктует потребность радикальных

изменений в подготовке инженерных кадров. Ибо компьютерная революция, породившая технику информационных процессов в массовом виде, воистину вызывает к гуманизации и индивидуализации обучения. Это связано с тем, что автоматизация и вычислительная техника впервые в истории создает для человека возможность обратить внимание на самого себя, так как в условиях формирующегося информационного общества дальнейший научно-технический прогресс прежде всего зависит от овладения ресурсами самого человека, от его развития и саморазвития. Информационная техника впервые так четко выявила сущность техники как определенных опредмеченных творческих сил человека. Стало понятно, что современный инженер, конструктор в условиях нового витка научно-технической революции не может эффективно работать без знания инженерной психологии, эргономики, технической эстетики, логики.

Профессиональное мышление есть способ, склад умственной деятельности, наиболее приспособленный к решению задач, находящиеся в сфере компетенции данной профессии. Имеют место четыре типа профессионального мышления:

- концептуальный (ум логика, математика);
- художественный (ум поэта и художника);
- социальный (ум политика);
- производственно-технологический (ум рабочего и инженера).

В свете отмеченных стилей мышления инженерный стиль мышления выступает как такая форма общественного сознания, которая отражает взгляды данного общества на технику и технологию и социальные последствия их применения. Инженерное мышление есть проявление инженерной деятельности, продуктом которой выступают знания, необходимые для создания и функционирования человеко-машинных структур. Вне общей культуры, отчужденная от гуманистических ценностей, инженерная деятельность оборачивается технократизмом, излишней алгоритмизацией человеческой мысли, формализмом и пренебрежением человеческими ценностями. Но культура мышления, как и культура в целом, формируется в социальной среде, в том числе и в ВУЗе, и не в последнюю очередь благодаря освоению опыта прежних поколений инженеров, творцов науки и техники. В этом смысле изучение истории науки и техники - эффективное средство формирования инженерной культуры и подготовки студента к инженерной деятельности.

1.3. Инженерное и научно-техническое творчество как феномен культуры

Творчество есть деятельность, порождающая нечто качественно новое никогда ранее не бывшее. Во все времена оно рассматривалось как величайшая ценность, как символ созидания в противоположность репродуктивной деятельности. Имеется богатая литература, в которой рассмотрены философские и психологические аспекты творчества. Различают философское, научное, художественное, социальное творчество. В наше время широкий размах получило техническое творчество как аспект инженерной деятельности. Любой вид творчества выступает как деятельность, направленная на созидание качественно новых материальных и духовных ценностей. Однако при всем сходстве с другими видами творчества техническое творчество специфично, результатом его является технический объект. Суть новаторского смысла в технике формируется на основе понятия изобретения. Иначе говоря, техническое творчество одновременно и духовно, поскольку имеет место технический замысел, и материально, поскольку это творчество направлено на построение технического объекта, его конструирование. Природа технического творчества обнаруживается как раз в том, что оно представляет собой переход от абстрактного мышления к производственной практике.

Техническое творчество – это специфический вид духовно-практической деятельности, характеризующейся формированием новаторского замысла и его реализацией за счет разработки понятия формируемого устройства и доведения мысли об устройстве до его идеи. В условиях все расширяющейся техносферы общества растет внимание к проблемам научно-технического творчества.

В простейших случаях творчество представляет собой спонтанный процесс продуцирования новых образов. Но если обратиться к анализу творческого процесса в его развитой форме, как он существует в рамках современной культуры, то он представляет собой сложное духовное образование. Творческой активности субъекта предшествует возникновение проблемной ситуации, являющейся ничем иным как осознанием назревших проблем в науке и технике. Проблемная ситуация стимулирует поиск решения, который в громадной степени зависит от стиля мышления и культуры личности. Решение проблемы – это и есть акт открытия, который опредмечивается в определенной форме культуры, то есть получает выход в социальную сферу в виде новой техники или технологии, в новых источниках сырья энергии. Но нас в данном случае интересует интеллектуально-психологические формы творческого процесса. Попытаемся проиллюстрировать его важность на примерах из истории науки.

Открытие является всегда продуктом научного и инженерного творчества. В индивидуальном плане научный поиск может быть результативным лишь в том случае, если субъекту исследования присуща ориентация на новизну, стремление выйти за рамки наличных концепций. Но для этого ученый или изобретатель должен обладать творческим интеллектом, на что не раз обращали внимание сами авторы открытия. Стало быть, творческий стиль мышления выступает как условие эвристического процесса. Каковы же его основные признаки, к выработке которых должен стремиться будущий инженер и научный сотрудник?

Первым из них, несомненно, является гибкость ума, в противоположность ей будет косность мышления, несовместимость с чувством новизны. В личном плане эта косность может порождать неуверенность в себе, в своих силах и способностях, что приводит к устойчивой ориентации на чужое мнение и авторитеты, на традиционные стереотипы в науке. И наоборот, смелость, независимость, решимость выступить против сформировавшегося в предшествующем опыте шаблона благоприятствует творческим успехам и устремлениям. Разумеется, ученый в этом случае рискует быть непонятым своими коллегами или даже современниками. История науки изобилует такими фактами. Достаточно напомнить случай с Ф. Беконом, который не принял коперниковскую систему, не оценил ее революционного характера. Гегель тоже не нашел признания в естествознании своего времени, да и позже. Вследствие туманности многих выражений из его сочинений, тяжеловесности языковых конструкций его сочинения не встретили заинтересованности у естественников, хотя Гегель предвосхитил (в особенности в критике ньютонианства) некоторые идеи, ставшие частью современной картины мира. Своей судьбой Гегель как бы проиллюстрировал, что можно быть непонятым не только по вине других, но и по своей собственной.

Другая черта творческого стиля - широта мышления, то есть способность вырываться из узкого круга идей, осознать конечность той проблемы или круга проблем, которыми занимается исследователь.

Противоположной данному свойству является заскорузлость мышления, его убогость, ограниченность. Широкий кругозор является спутником научного поиска. Непременным условием широкого кругозора является высокая работоспособность. В.И. Вернадский, например, владел всеми славянскими, романскими и германскими языками. Показательной работоспособностью обладал владевший 20 языками Н.И. Вавилов, работавший по 13–20 часов в сутки.

Широта мысли, поиска ничего общего не имеет с заглядыванием во все области знания, что характерно для дилетантизма, а предполагает целеустремленность, поиск оптимальных вариантов в исследовании. Идея оптимума подсказана природой. Ведь на принципе оптимальности покоятся все законы науки, например, в механике известен принцип наименьшего действия. Аналогичен ему принцип наименьшего пути в геометрической оптике, согласно которому луч света, переходя оптически неоднородную среду, выбирает такой путь, который он может проделать за наименьшее время. Или в живой природе: пчелиные соты представляют собой шестиугольную ячейку, и такая конструкция выбрана в ходе эволюции стремлением экономно использовать строительный материал. При всякой другой форме сот потребовалось бы расходовать больше воска. Книга природы написана точным и экономным языком и, читая ее, ученые пришли к осознанию того обстоятельства, что оптимальными могут быть не только траектория движения или форма пчелиных сот, но и само мышление, сам научный поиск. Принцип экономии мышления (<брита Оккама>) как раз заключается в том, что число предложений, используемых для построения теории, должно быть наименьшим. И если при объяснении одного и того же явления возникают конкурирующие теории или гипотезы, то критерий простоты служит надежным ориентиром для сообщества ученых при выборе одной из них. Кстати, система Коперника вначале импонировала именно этим качеством, она была стройнее и проще в сравнении с птоломеевской и тем более с неуклюжей и громоздкой системой Тихо Браге.

Следующая черта творческого подхода в науке – самостоятельность, противоположной ей чертой является эпигонство. Гибкость и широта мысли, целеустремленность в поиске неизбежно предполагают самостоятельную постановку научной или инженерной проблемы и, тем более, ее решение; самостоятельность же предполагает критичность, которая проявляется не только в стремлении осмыслить через сомнение чужие гипотезы, но и свои собственные идеи. Все знают, что догматизм – враг науки, но далеко не все имеют мужество увидеть собственное стремление к нему. Философия Декарта – подлинный гимн сомнению, но в тоже время у него отчетливая тенденция создавать законченную систему, впрочем, характерная для всех крупнейших мыслителей XVII в., что дало повод Канту назвать всю философию этого времени догматичной.

Главный признак самостоятельности мысли - решимость пойти на ломку старых традиций и устоявшихся канонов в науке. Обычно, когда говорят о рождении новых научных идей, ссылаются на опыты Майкельсона и Морли, а также преобразования Лоренца; открытие же законов электродинамики

связывается с опытами Фарадея, Герца и уравнениями Максвелла. Однако дело обстоит сложнее. Само по себе открытие новых фактов, их описание и объяснение не всегда приводит к новым идеям. Ведь обязательно возникает искушение втиснуть их в рамки старых концепций. Обратимся к истории науки.

Открытие радиоактивности: первые рентгеновские снимки были получены задолго до Беккереля, еще в 40-е годы прошлого столетия, о чем было сделано сообщение в Парижской академии наук. Но никто не увидел в этом факте открытия, ибо вера в непревращаемый атом связывала мысль. Беккерель в снимке увидел новую реальность, ибо решился отбросить само представление о неизменности химических элементов.

Открытие электрона: Томсон попытался примирить его с механической картиной мира, интерпретируя электрон в качестве последнего кирпича мироздания. Те свойства, что приписывались до этого атому, теперь переносились на электроны. Бор и Резерфорд вообще отбросили идею неизменной, неделимой, вечной субстанции и оказались в числе основоположников новой физики.

Показательна ситуация, сложившаяся в ядерной физике и в связи с обнаружением непрерывности энергетического спектра распада. Оказалось, что частицы вылетают из ядер радиоактивного изотопа не с какой-то определенной энергией, а с разнообразными величинами энергии. Последнее означало, что энергия ядер при распаде уменьшается на определенный уровень. Налицо проблемная ситуация, выход из которой зависел от эрудиции ученого от мировоззрения и стиля мышления. Бор предположил, что при распаде нарушается закон сохранения энергии и в этом проявилась его приверженность позитивизму. Паули выдвинул гипотезу, что избыточная энергия ядра захватывается какой-то нейтральной частицей, излучаемой вместе с электроном, и в ходе эксперимента по проверке гипотезы было открыто нейтрино.

Таким образом, когда новый экспериментальный материал не укладывается в рамки научных теоретических схем и в науке возникает проблемная ситуация, решающее значение приобретает творческий стиль мышления. Обладающие им ученые проявляют решительность замахнуться на якобы достроенное здание науки, поколебать устоявшиеся концепции и их новаторский подход вызывает в науке смену парадигм.

Разумеется, речь не должна идти о каком-то одном приеме исследования или единственной, пусть даже уникальной черте интеллекта, который выполнял бы роль универсальной отмычки и автоматически обеспечивал бы успех в научном

поиске. Кстати, не является таковой и эрудиция сама по себе, равно как и магия математических формул, то есть владение математическим аппаратом.

И еще одна оговорка. Научный поиск предполагает бескорыстие. Опыт показывает, что самые значительные для человечества открытия в целом вытекали из исследований, которые имели единственную цель – обогатить наше знание о природных процессах. Прекрасной иллюстрацией к данным словам является деятельность упомянутого М. Фарадея, решившего задачу превращения магнетизма в электричество. Для него не существовало ничего, кроме науки, она была его всепоглощающей страстью. Он мог бы стать миллионером, эксплуатируя свои открытия, но охладевал к ним, когда открытиями заинтересовывались промышленники. Фарадей родился, жил и умер в бедности, но занятия наукой ему были лучшей наградой в жизни.

Таким образом, интуиция, творческое озарение не вяжутся с прагматичной установкой и не порождают ее. Обыденное знание непосредственно приложимо к практике, и это является его основной ценностью. Научное же знание утилитарно неприменимо. Другой вопрос, что оно может стать общественно значимым, но для ученого его дело – служение истине, а перед истиной все равны. Такой первый этический норматив науки, ее этос, кстати, сформировавшийся еще в античную эпоху.

Другая интенция науки – ориентация на новизну: без этого она превращается в информационный <шум>, то есть перепевание старого. Поиск же нового вдохновляет на творчество, а оно возможно лишь, когда исследователи стремятся к новому без всякого расчета, ибо для того, чтобы служить производству, наука в начале должна служить истине. Последнее же всегда подвиг. Ведь все дело в том, что успеха-то никто не гарантирует, поскольку неудачи – тоже постоянный спутник исследователя, и никто не может сказать наперед, напрасными ли окажутся жертвы, положенные на алтарь науки.

Служение истине требует мужества. Здесь имеется в виду, что за полученные выводы надо бороться. Ибо тот, кто борется за истину, за прогрессивное в науке и практике, тот не может не бороться и против носителей консервативного, что мешает обновлению общества. Характерным в этом смысле является название одной из работ академика П. Капицы – <О творческом непослушании>.

Перечисленные особенности творческой личности являются гарантом тех <озарений>, которые на языке гносеологии именуются интуицией. В свое время Кант обосновал учение о <продуктивном воображении>, которое служит для выражения понятия без ущерба для его всеобщности. В последнее время интерес к проблемам творчества возрос, ибо творческая личность –

продуктивная личность. Дело не в количестве публикаций, а в способности к открытию нового, в наличии определенных психологических и интеллектуальных факторов, которые способствуют продуктивной деятельности и развитию творческой интуиции. Луи де Бройль подчеркивал, что человеческая наука, по существу рациональна в своих основах и по своим методам может осуществлять свои наиболее значительные завоевания лишь путем опасных внезапных скачков ума, когда проявляются способности, которые называются воображением, интуицией, остроумием. Сходные мысли не раз высказывал Пуанкаре, считавший, что посредством логики доказывают, а посредством интуиции изобретают. Инженер, как субъект технического творчества, несомненно, должен обладать отмеченными способностями и развивать их у себя.

Наступление постиндустриальной эпохи с тотальным господством техники во всех сферах человеческой жизни и культуры, возрастание ответственности ученых и специалистов за результаты своей деятельности требуют переосмысления философских проблем техники и технического творчества. Уже сегодня противоречия между техносферой и культурой грозят приобрести характер катастроф. Если общество не скорректирует свою деятельность в области создания технических средств жизни, то последние будут представлять не благо, а угрозу для человека и культуры.

В созидании материальных ценностей, в том числе средств техники, особая роль принадлежит инженерно-техническим работникам. Все эти ценности по сути представляют собой воплощение инженерной мысли. Именно инженер придает окончательную форму идее, в соответствии с которой в последствии создают вещь, материальную ценность. Вещь адресована человеку, а, значит, адресована ему и инженерная мысль. В этом смысле научная деятельность, как правило, отличается от инженерной, так как ставит задачу получения научной истины, которая безотносительна к человеческим интересам. То есть инженерная идея и деятельность по ее выработке всегда должна учитывать интерес, потребности человека, которым должна удовлетворить создаваемая вещь. Смысл и назначение инженерно-технической деятельности - творить культурные ценности, отвечающие жизненным интересам людей.

Однако созданная внешняя среда далеко не всегда отвечает этим интересам, более того, сложилось и существует явное противоречие. В результате инженерно-технической деятельности (по природе творческой, и в этом смысле, представляющей культурный феномен) существует техническая среда, которая является элементом общечеловеческой культуры, но вместе с тем, находится в антагонизме с этой культурой и интересами человека. Созданная человеком

техника оказалась способной превратиться по мимо желания создателя в монстра, который может уничтожить его физически или поработить духовно.

Противоречия между техносферой, инженерно-технической деятельностью по ее созданию и культурой характерны для индустриальной эпохи. Однако в нашей стране, где техносфера создавалась в условиях административно - командной экономики, это противоречие приобрело гипертрофированную форму. И речь здесь идет не только о предельно милитаризованной и экологически опасной техносфере. В явном противоречии с природой человека находится и созданная отечественной экономикой внешняя среда. Окружающие нас вещи, как правило, низкого качества, неудобные при использовании и внешне не привлекательные, явно не соответствуют природному и эстетическому стремлению человека к рациональному, удобному, красивому. Для человека индустриальной эпохи основным источником эстетического становится окружающая его внешняя среда, в отличие от прежних эпох, когда таковой выступала природа. Поэтому столь важны внешнее оформление и дизайн вещного мира. В этом смысле эстетические свойства отечественной вещной среды (производственной, городской, бытовой) можно определить как удручающие, а значит и антигуманные.

Очевидно, что техника, и техническое творчество, как составные части общечеловеческой культуры, должны иметь ценностное содержание. Отказ от ценностной доминанты приводит к противоречию техники и вещной среды с интересами и потребностями человека. Свободное от гуманистических ценностей техническое творчество оборачивается для людей трагедией или безрадостным бытием. Инженерно-техническое творение должно быть фактом культуры и представлять собой реализованный творческий потенциал создателя и его гуманистическую ориентацию. В связи с этим особое значение приобретают нравственные и эстетические ценности которые ориентируют специалиста на гуманистический эффект своих достижений.

Преодоление противоречий между технической, вещной средой и культурой, превращение техносферы в культурный феномен в значительной мере будет зависеть от формирования инженерно-технических кадров, специалистов с высокой духовной культурой, которая должна стать основой их профессионального творчества. В нашей стране необходимость решения этих проблем стоит особенно остро. При этом следует учитывать, что подготовка способного к созданию истинно культурных ценностей инженера станет возможной при соответствующем социально-экономическом и политическом устройстве нашего общества.

1.4. Культурное пространство инженера - альтернатива противостоянию гуманистических ценностей и технического прогресса

Современная инженерная деятельность отчуждена от человеческих целей и носит преимущественно дегуманизированный характер. Кризис инженерной практики и инженерного образования – это кризис традиции рассматривать человека не как цель; а как средство, ибо все же длительное время задачей высшей технической школы было не развитие личности и формирование ее культурного пространства, а подготовка специалистов. Чисто функциональный подход к человеку как к производительной силе и носителю профессии неизбежно порождает такое же функциональное отношение к природе как к сырьевому ресурсу.

Ныне дегуманизация затронула как инженерное образование, так и инженерную деятельность. Усилия, направленные на преодоление кризиса в обеих сферах должны привести к формированию качественно новой личности инженера, неотъемлемыми чертами которой должны стать: строгий учет, самоорганизованность, высокий интеллект и глубокие знания, профессиональная мобильность, ответственность за последствия собственной деятельности, стремление к саморазвитию, творческая интуиция, экологическая воспитанность, чувство долга перед своим народом и человечеством. Поэтому хотелось бы подчеркнуть следующие моменты:

- современный научно-технический прогресс объективно диктует расширение культурного пространства инженера, что требует преодоления узкой специализации и технократических установок;
- современное инженерное образование должно быть синтезом гуманитарной и технической культуры, что позволит избежать отчуждения творцов науки и техники от гуманистических ценностей;
- основным направлением гуманитаризации инженерного образования должно быть выявление гуманистического потенциала самих общенаучных и общетехнических дисциплин, что по нашему мнению, и требует разработки новой педагогики;
- сам процесс гуманитаризации высшего образования не является данью моде, самоцелью, а служит формированию в равной мере как компетентного специалиста, творчески мыслящего профессионала, так и личности в полном смысле этого слова, способной подчинить любые технические изобретения и научные открытия человеческим целям.

Формирование культурного пространства инженера предполагает синтез общенаучных и общетехнических знаний с культурой эпохи, соединение специальных, то есть профессиональных знаний с миром человеческих ценностей, взаимопроникновение знаний о природе и технике со знаниями о человеке и смысле его бытия. Иначе говоря, если подвести итог, гуманитаризация инженерного образования – это очеловечивание общенаучных и общетехнических дисциплин. Но гуманитаризация не цель, а средство. Что дает гуманитаризация студенту? Расширение его кругозора, формирование гуманистического, то есть антитехнократического мировоззрения, формирование не узкотехнического, а творческого мышления, формирование национального патриотического сознания. Что дает гуманитаризация для преподавателя? Помогает заинтересовать студентов и учащихся в изучении общенаучных и общетехнических дисциплин, повышает авторитет преподавателя в глазах студентов и учащихся, ибо эрудиция, творческое горение в работе, широта мысли и гражданская активность всегда привлекательны.

Таким образом, гуманитаризация инженерного образования призвана создать предпосылки к соединению технической и гуманитарной культуры в одной личности, а достичь этого невозможно без овладения историко-техническими и историко-научными знаниями, дающими богатые возможности для формирования гуманистического мировоззрения и творческого стиля мышления.

Таким образом, обстоятельное изучение истории науки и техники может стать подлинной школой духовного самообретения. Иначе невозможно преодолеть главный недостаток многих представителей современного инженерного корпуса, а именно, отсутствие панорамного видения своей собственной деятельности и фетишизацию технического прогресса. Такие специалисты, лишенные гуманитарных ориентиров, упускают из виду человека, а это и есть технократизм. Известная абсолютизация роли технического прогресса, свойственная техническому вузу, – это его <профзаболевание>, лекарством от которого является гуманитаризация образования и, в частности, такой компонент этого процесса, как изучение истории науки и техники. Ведь научно-техническая революция идет туда, куда направляет ее человек; а человек – это инженер. Кроме того, силой, противоборствующей узкому профессионализму, выступает высокая общая культура инженера, позволяющая преодолевать рационалистические установки технической мысли и отрешаться от прагматизма технической деятельности. Реалии конца нынешнего века таковы, что инженер должен ориентироваться не просто на материальное производство, а на <технология разума>, на культуру.

Отождествление культуры с информацией, иначе говоря, только с эрудированностью, таит для высшего образования громадную опасность.

Формированию культурного пространства инженера необычайно сильно мешают шаблонные, стереотипные, нацеленные на механическое заучивание дидактические средства. При такой обстановке может формироваться только репродуктивное мышление, лишенное поиска, ориентации на новизну, постановку проблем, оторванное от забот, целей и идеалов личности. Проблемность означает незаконченность, открытость познания, чуждость превращения теории в догму. В любой науке имеются строгие и даже аксиоматические истины, но незыблемость этих истин не означает их завершенности. Нам кажется, что задача преподавателей-теоретиков как раз в том и состоит, чтобы развивать, уточнять эти истины применительно к современной научной и общественной реальности, к требованиям современного этапа научно-технической революции. Особенно это относится к фундаментальным научным концепциям, в которых каждый факт теории двойственен, противоречив, он совмещает в себе прочное, бесспорное знание и еще нереализованные возможности познания, и в этом смысле он не может считаться исчерпанным в своей глубине, своих связях. Требование проблемности в том и состоит, чтобы в любом вопросе стать на ту точку, где стыкуются сегодняшней и завтрашний день науки и практики, где знание точное и доказанное, всеобщее и необходимое сталкивается со знанием вероятностным и гипотетическим. В этом состоит диалогическая, диалектико-жизненная природа человеческого познания.

Первый путь формирования панорамного мышления в процессе изучения истории науки и техники - это выявление противоречий в научном и техническом знании, анализ его как знания становящегося и порождающего все новые и новые проблемы, которые разрешаются в ходе общественно-исторической практики.

Другой путь – выявление нереализованных возможностей в познавательном процессе, что позволяет преодолеть догматическое восприятие научных идей как набора догм, а истории науки как линейного процесса, чуждого борьбы школ и направлений.

Традиционное понимание культуры, как совокупности духовных ценностей, сейчас активно переосмысливается. Расширение понятия культуры идет по линии ее онтологизации, что проявляется в целом ряде новых мотивов. Во-первых, в культуру вносится качество человеческого бытия, то есть имеет место антропологизация культуры. Возникло осознание того, что культура есть

прежде всего мера человеческого в человеке, степень развития в индивиде сугубо человеческих качеств. Такой подход требует преодоления веберовской парадигмы экономического рационализма в понимании социума и человека.

Тема 2. Этапы развития инженерной деятельности

2.1. Этапы развития инженерной деятельности

В жизни современного общества инженерная деятельность играет все возрастающую роль. Проблемы практического использования научных знаний, повышения эффективности научных исследований и разработок выдвигают сегодня инженерную деятельность на передний край всей экономики и современной культуры. В настоящее время великое множество технических вузов готовит целую армию инженеров различного профиля для самых разных областей народного хозяйства. Развитие профессионального сознания инженеров предполагает осознание возможностей, границ и сущности своей специальности не только в узком смысле этого слова, но и в смысле осознания инженерной деятельности вообще, ее целей и задач, а также изменений ее ориентаций в культуре XX века.

Общество с развитой рыночной экономикой требует от инженера большей ориентации на вопросы маркетинга и сбыта, учета социально-экономических факторов и психологии потребителя, а не только технических и конструктивных параметров будущего изделия.

Инженерная деятельность предполагает регулярное применение научных знаний (т.е. знаний, полученных в научной деятельности) для создания искусственных, технических систем - сооружений, устройств, механизмов, машин и т.п. В этом заключается ее отличие от технической деятельности, которая основывается более на опыте, практических навыках, догадке. Поэтому не следует отождествлять инженерную деятельность лишь с деятельностью инженеров, которые часто вынуждены выполнять техническую, а иногда и научную деятельность (если, например, имеющихся знаний недостаточно для создания какой-либо конкретной технической системы). В то же время есть многочисленные примеры, когда крупные ученые обращались к изобретательству, конструированию, проектированию, т.е., по сути дела, осуществляли какое-то время, параллельно с научной, инженерную деятельность. Поэтому инженерную деятельность необходимо рассматривать независимо от того, кем она реализуется (специально для этого подготовленными профессионалами, учеными или просто самоучками).

Современный этап развития инженерной деятельности характеризуется системным подходом к решению сложных научно-технических задач,

обращением ко всему комплексу социальных гуманитарных, естественных и технических дисциплин. Однако был этап, который можно назвать классическим, когда инженерная деятельность существовала еще в "чистом" виде: сначала лишь как изобретательство, затем в ней выделились проектно-конструкторская деятельность и организация производства.

Обособление проектирования и проникновение его в смежные области, связанные с решением сложных социотехнических проблем, привело к кризису традиционного инженерного мышления и развитию новых форм инженерной и проектной культуры, появлению новых системных и методологических ориентаций, к выходу на гуманитарные методы познания и освоение действительности.

В соответствии с вышеизложенным рассмотрим последовательно три основные этапа развития инженерной деятельности и проектирования:

1. классическая инженерная деятельность;
2. системотехническое проектирование;
3. социотехническое проектирование.

2.2. Классическая инженерная деятельность

Возникновение инженерной деятельности как одного из важнейших видов трудовой деятельности связано с появлением мануфактурного и машинного производства. В средние века еще не существовала инженерная деятельность в современном понимании, а была, скорее, техническая деятельность, органически связанная с ремесленной организацией производства.

Инженерная деятельность как профессия связана с регулярным применением научных знаний в технической практике. Она формируется, начиная с эпохи Возрождения. На первых порах ценностные ориентации этой деятельности еще тесно связаны с ценностями ремесленной технической практики (например, непосредственный контакт с потребителем, ученичество в процессе осуществления самой этой деятельности и т.п.). В эту эпоху ориентация на применение науки, хотя и выдвигается на первый план в явном виде, но выступает пока лишь как предельная установка.

Первые импровизированные инженеры появляются именно в эпоху Возрождения. Они формируются в среде ученых, обратившихся к технике, или ремесленников-самоучек, приобщившихся к науке. Решая технические задачи, первые инженеры и изобретатели обратились за помощью к математике и механике, из которых они заимствовали знания и методы для проведения инженерных расчетов. Первые инженеры – это одновременно художники-архитекторы, консультанты-инженеры по фортификационным сооружениям, артиллерии и гражданскому строительству, алхимики и врачи, математики, естествоиспытатели и изобретатели. Таковы, например, Леон Батиста Альберти, Леонард да Винчи, Никколо Тарталья, Джироламо Кардано, Джон Непер и др.

Знание в это время рассматривалось как вполне реальная сила, а инженер – как обладатель этого знания. Насколько высоко ценилось такое знание видно на примере истории жизни рядового флорентийского инженера Чеки. Выходец из ремесленной среды (цеха столяров, изготавливавших для архитекторов деревянные модели сооружений, строительные леса и подъемные сооружения), он был взят флорентийской коммуной на постоянный оклад в качестве городского инженера. В мирное время он ремонтировал крепости, занимался изобретением приспособлений для развлекательных аппаратов. В военное время он помог устроить искусный подкоп, с помощью которого была взята вражеская крепость. Во время выполнения одной из инженерных работ Чеки был убит из арбалета: для врага его изобретения были страшнее, чем наступление целого войска. Он был характерной фигурой для того времени, хотя и не был выдающимся инженером.

В этот период инженеры были, как писал известный историк науки М. А. Гуковский, "выходцами из цехового ремесла, но все тянулись к науке, ощущая абсолютную необходимость ее для надлежащей постановки своих технических работ". Можно сказать, что они уже ориентировались на научную картину мира, хотя еще недостаточно опирались на науку в своей повседневной практике. "Вместо анонимных ремесленников все в большем количестве появляются техники-профессионалы, крупные технические индивидуальности, знаменитые далеко за пределами непосредственного места своей деятельности. Но быстрое и принципиально новое развитие техники требует и коренного изменения ее структуры. Техника доходит до состояния, в котором дальнейшее продвижение ее оказывается невозможным без насыщения ее наукой. Повсеместно начинает ощущаться потребность в создании новой технической теории, в кодификации технических знаний и в подведении под них некоего общего теоретического базиса. Техника требует привлечения науки".

Именно такая двойственная ориентация инженера - с одной стороны, на научные исследования естественных, природных явлений, а с другой, - на производство, или воспроизведение, своего замысла целенаправленной деятельностью человека-творца - заставляет его взглянуть на свое изделие иначе, чем это делают и ремесленник, и ученый-естествоиспытатель. Если цель технической деятельности - непосредственно задать и организовать изготовление системы, то цель инженерной деятельности - сначала определить материальные условия и искусственные средства, влияющие на природу в нужном направлении, заставляющие ее функционировать так, как это нужно для человека, и лишь потом на основе полученных знаний задать требования к этим условиям и средствам, а также указать способы и последовательность их обеспечения и изготовления. Инженер, таким образом, как и ученый-экспериментатор, оперирует с идеализированными представлениями о природных объектах. Однако первый из них использует эти знания и представления для создания технических систем, а второй создает экспериментальные устройства для обоснования и подтверждения данных представлений.

С развитием экспериментального естествознания, превращением инженерной профессии в массовую в XVIII-XIX веках возникает необходимость и систематического научного образования инженеров. Именно появление высших технических школ знаменует следующий важный этап в развитии инженерной деятельности. Одной из первых таких школ, как уже говорилось в предыдущих главах этой книги, была Парижская политехническая школа, основанная в 1794 г., где сознательно ставился вопрос систематической научной подготовки

будущих инженеров. Она стала образцом для организации высших технических учебных заведений, в том числе и в России. С самого начала эти учреждения начали выполнять не только учебные, но и исследовательские функции в сфере инженерной деятельности, чем способствовали развитию технических наук. Инженерное образование с тех пор стало играть существенную роль в развитии техники.

К началу XX столетия инженерная деятельность представляет собой сложный комплекс различных видов деятельности (изобретательская, конструкторская, проектировочная, технологическая и т.п.), и она обслуживает разнообразные сферы техники (машиностроение, электротехнику, химическую технологию и т.д.). Сегодня один человек просто не сможет выполнить все разнообразные работы, необходимые для выпуска какого-либо сложного изделия, как это делал, например, в начале XIX века на одном из первых машиностроительных заводов его владелец Генри Модсли. Сам он был механиком-самоучкой, одновременно и изобретателем. Он изобрел, в частности, суппорт токарного станка, причем сам же разрабатывал новую конструкцию изделия, и технологическое оборудование, и технологию его изготовления. В конце прошлого века в Лейпциге еще существовал завод, на котором все инженерные работы (от замысла до рабочих чертежей) выполнял один человек - его владелец Р. Зак. Там не было ни технического бюро, ни чертежников. Уже в те времена его "многосторонняя" деятельность представлялась курьезом.

Для современной инженерной деятельности характерна глубокая дифференциация по различным отраслям и функциям, которая привела к разделению ее на целый ряд взаимосвязанных видов деятельности и выполняющих их кооперантов. Такая дифференциация стала возможной, однако, далеко не сразу. Сложная кооперация различных видов инженерной деятельности складывалась постепенно. На первых этапах своего профессионального развития инженерная деятельность была ориентирована на применение знаний естественных наук (главным образом, физики), а также математики, и включала в себя изобретательство, конструирование опытного образца и разработку технологии изготовления новой технической системы. Инженерная деятельность, первоначально выполняемая изобретателями, конструкторами и технологами, тесно связана с технической деятельностью (ее выполняют на производстве техники, мастера и рабочие), которая становится исполнительской по отношению к инженерной деятельности. Связь между этими двумя видами деятельности осуществляется с помощью чертежей. Изготавливающие их чертежники назывались в России "учеными рисовальщиками". Для подготовки этих специалистов для заводов и

предназначалось основанное в 1825 г. "Строгановское училище технического рисования".

Однако с течением времени структура инженерной деятельности усложняется. Классическая инженерная деятельность включала в себя изобретательство, конструирование и организацию изготовления (производства) технических систем, а также инженерные исследования и проектирование.

Путем изобретательской деятельности на основании научных знаний и технических изобретений заново создаются новые принципы действия, способы реализации этих принципов, конструкции технических систем или отдельных их компонентов. Сложности в изготовлении, конструировании и техническом обслуживании, а также необходимость создания технических систем, все или некоторые компоненты которых принципиально отличны от существующих, стимулируют производство особого продукта, объективированного в виде патентов, авторских свидетельств, изобретений и т.д. Последние имеют, как правило, широкую сферу применения, выходящую за пределы единичного акта инженерной деятельности и используются в качестве исходного материала при конструировании и изготовлении технических систем.

Образцы такого рода деятельности продемонстрировали многие ученые-естествоиспытатели, совершенствуя конструкцию экспериментальной техники, разрабатывая и проводя новые эксперименты. Например, Гук изобрел микроскоп, Герц – новую аппаратуру для регистрации и получения электромагнитных волн. Гюйгенс придумал конструкцию часов, которая осуществила движение центра тяжести маятника по циклоиде – так, чтобы время его качания не зависело от величины размаха. Ньютон изобрел телескоп совершенно новой конструкции. "Но на пути создания отражательного телескопа возникли трудности технического порядка?... Ньютон придумал способ полировки металлической поверхности, занялся поисками подходящих сплавов для зеркала и добился успеха". Эйнштейн всю свою жизнь уделял большое внимание конструкторско-изобретательскому творчеству. Его можно считать одним из изобретателей магнитодинамического насоса для перекачки жидких металлов, холодильных машин, гигроскопических компасов, автоматической фотокамеры, электрометров, слухового аппарата и т.п. "На счету у Эйнштейна было около двадцати оригинальных патентов, в которых нашла свое отражение его способность умело комбинировать известные методы или физические эффекты для разрешения конкретных задач, выдвигаемых запросами промышленности или повседневной жизни, проявились остроумие и изящество – эти неотъемлемые составляющие недюжинного изобретательского

таланта". Однако для многих инженеров-практиков изобретательство было не побочной, а основной или даже единственной деятельностью.

Лишь на первых этапах становления инженерной деятельности изобретательство опирается на эмпирический уровень знания. В условиях же развитой технической науки всякое изобретение основывается на тщательных инженерных исследованиях и сопровождается ими.

С развитием массового производства для того, чтобы изобретение попало в промышленность, возникает необходимость его специальной проектно-конструкторской подготовки. Конструирование представляет собой разработку конструкции технической системы, которая затем материализуется в процессе его изготовления на производстве. Конструкция технической системы представляет собой определенным образом связанные стандартные элементы, выпускаемые промышленностью или изобретенные заново, и является общей для целого класса изделий производства.

Исходным материалом деятельности изготовления являются материальные ресурсы, из которых создается изделие. Эта деятельность связана с монтажом уже готовых элементов конструкции и с параллельным изготовлением новых элементов. Функции инженера в данном случае заключаются в организации производства конкретного класса изделий (например, организация оптической, радиотехнической и электротехнической промышленности, строительство железных дорог, массового производства электроизмерительных приборов и т.д.) и разработке технологии изготовления определенной конструкции технической системы.

Часто крупные инженеры одновременно сочетают в себе и изобретателя, и конструктора, и организатора производства. Однако современное разделение труда в области инженерной деятельности неизбежно ведет к специализации инженеров, работающих преимущественно в сфере либо инженерного исследования, либо конструирования, либо организации производства и технологии изготовления технических систем.

Инженерные исследования, в отличие от теоретических исследований в технических науках, непосредственно вплетены в инженерную деятельность, осуществляются в сравнительно короткие сроки и включают в себя предпроектное обследование, научное обоснование разработки, анализ возможности использования уже полученных научных данных для конкретных инженерных расчетов, характеристику эффективности разработки, анализ необходимости проведения недостающих научных исследований и т.д. Инженерные исследования проводятся в сфере инженерной практики и

направлены на конкретизацию имеющихся научных знаний применительно к определенной инженерной задаче. Результаты этих исследований находят свое применение прежде всего в сфере инженерного проектирования. Именно такого рода инженерные исследования осуществляются крупными специалистами в области конкретных технических наук, когда они выступают в качестве экспертов при разработке сложных технических проектов.

В процессе функционирования и развития инженерной деятельности в ней происходит накопление конструктивно-технических и технологических знаний, которые представляют собой эвристические методы и приемы, разработанные в самой инженерной практике. В процессе дальнейшего прогрессивного развития инженерной деятельности эти знания становятся предметом обобщения в науке. Первоначально вся инженерная деятельность была ориентирована на использование лишь естественнонаучных знаний, и в ее осуществлении принимали деятельное участие многие ученые-естествоиспытатели, конструируя экспериментальное оборудование и даже технические устройства. Поэтому именно в естественных науках формируются постепенно особые разделы, специально ориентированные на обслуживание инженерной практики. Помимо ученых-теоретиков и ученых-экспериментаторов, появляются специалисты в области прикладных исследований и технических наук, задача которых - обслуживание инженерной деятельности.

В настоящее время существует множество областей технической науки, относящихся к различным сферам инженерной деятельности. Однако области технической науки и соответствующие им сферы инженерной деятельности не тождественны. Например, электротехнику как сферу инженерной деятельности и отрасль промышленности не следует путать с теоретической электротехникой, которая представляет собой область технической науки. Последняя имеет в настоящее время достаточно разработанный теоретический уровень (скажем, теорию электрических цепей) и не может рассматриваться как исследование, направленное лишь на приложение знаний естественнонаучных дисциплин. В технических науках развиты особые теоретические принципы, построены специфические идеальные объекты, введены новые научные законы, разработан оригинальный математический и понятийный аппарат. Технические науки удовлетворяют сегодня всем основным критериям выделения научной дисциплины. В то же время следует помнить, что технические науки достаточно четко ориентированы на решение инженерных задач и имеют вполне определенную специфику. Конечно, в них доказываются теоремы и строятся теоретические системы. Однако, наряду с этим, важное место занимают описания расчетов и приборов и различные методические рекомендации.

Главная цель технических наук – выработка практико-методических рекомендаций по применению научных знаний, полученных теоретическим путем (в сфере технической науки – технической теории) в инженерной практике. Специфика технической науки определяется необходимостью использования ее результатов не столько для объяснения естественных процессов, сколько для конструирования технических систем. Эти результаты опосредованы, как правило, инженерными исследованиями, проводимыми в рамках того или иного вида конкретной инженерной деятельности.

С появлением и развитием технических наук изменилась и сама инженерная деятельность. В ней постепенно выделились новые направления, тесно связанные с научной деятельностью (но не сводимые к ней), с проработкой общей идеи, замысла создаваемой системы, изделия, сооружения, устройства и прежде всего – проектирование.

Проектирование как особый вид инженерной деятельности формируется в начале XX столетия и связано первоначально с деятельностью чертежников, необходимостью особого (точного) графического изображения замысла инженера для его передачи исполнителям на производстве. Однако постепенно эта деятельность связывается с научно-техническими расчетами на чертеже основных параметров будущей технической системы, ее предварительным исследованием.

В инженерном проектировании следует различать "внутреннее" и "внешнее" проектирование. Первое связано с созданием рабочих чертежей (технического и рабочего проектов), которые служат основными документами для изготовления технической системы на производстве; второе – направлено на проработку общей идеи системы, ее исследование с помощью теоретических средств, разработанных в соответствующей технической науке.

Проектирование необходимо отличать от конструирования. Для проектировочной деятельности исходным является социальный заказ, т.е. потребность в создании определенных объектов, вызванная либо "разрывами" в практике их изготовления, либо конкуренцией, либо потребностями развивающейся социальной практики (например, необходимостью упорядочения движения транспорта в связи с ростом городов) и т.п. Продукт проектировочной деятельности в отличие от конструкторской выражается в особой знаковой форме - в виде текстов, чертежей, графиков, расчетов, моделей в памяти ЭВМ и т.д. Результат конструкторской деятельности должен быть обязательно материализован в виде опытного образца, с помощью которого

уточняются расчеты, приводимые в проекте, и конструктивно-технические характеристики проектируемой технической системы.

Возрастание специализации различных видов инженерной деятельности привело в последнее время к необходимости ее теоретического описания: во-первых, в целях обучения и передачи опыта и, во-вторых, для осуществления автоматизации самого процесса проектирования и конструирования технических систем. Выделение же проектирования в сфере инженерной деятельности и его обособление в самостоятельную область деятельности во второй половине XX века привело к кризису традиционного инженерного мышления, ориентированного на приложение знаний лишь естественных и технических наук и созданию относительно простых технических систем. Результатом этого кризиса было формирование системотехнической деятельности, направленной на создание сложных технических систем.

Тема 3. Системотехническое и социотехническое проектирование

3.1. Системотехническое проектирование

Во второй половине XX века изменяется не только объект инженерной деятельности (вместо отдельного технического устройства, механизма, машины и т.п. объектом исследования и проектирования становится сложная человеко-машинная система), но изменяется и сама инженерная деятельность, которая стала весьма сложной, требующей организации и управления. Другими словами, наряду с прогрессирующей дифференциацией инженерной деятельности по различным ее отраслям и видам, нарастает процесс ее интеграции. А для осуществления такой интеграции требуются особые специалисты – инженеры-системотехники.

Анализ системотехнической деятельности показывает, что она неоднородна и включает в себя различные виды инженерных разработок и научных исследований. В нее оказываются вовлеченными многие отраслевые и академические институты; над одними и теми же проектами трудятся специалисты самых различных областей науки и техники. В силу этого координация всех аспектов системотехнической деятельности оказывается нетривиальной научной, инженерной и организационной задачей.

Системотехническая деятельность осуществляется различными группами специалистов, занимающихся разработкой отдельных подсистем. Расчленение сложной технической системы на подсистемы идет по разным признакам: в соответствии со специализацией, существующей в технических науках; по области изготовления относительно проектировочных и инженерных групп; в соответствии со сложившимися организационными подразделениями. Каждой подсистеме соответствует позиция определенного специалиста (имеется в виду необязательно отдельный индивид, но и группа индивидов и даже целый институт). Эти специалисты связаны между собой благодаря существующим формам разделения труда, последовательности этапов работы, общим целям и т.д. Кроме того для реализации системотехнической деятельности требуется группа особых специалистов (скорее, их следует назвать универсалистами) - координаторов (главный конструктор, руководитель темы, главный специалист проекта или службы научной координации, руководитель научно-тематического отдела). Эти специалисты осуществляют координацию, равно как и научно-тематическое руководство и в плане объединения различных подсистем, и в

плане объединения отдельных операций системотехнической деятельности в единое целое. Подготовка таких универсалистов требует не только их знакомства со знаниями координируемых ими специалистов, но и развернутого представления о методах описания самой системотехнической деятельности. Среди имеющихся способов такого описания рассмотрим три основных: членение системотехнической деятельности по объекту (этапы разработки системы); описание последовательности фаз и операций системотехнической деятельности; анализ ее с точки зрения кооперации работ и специалистов.

Этапы разработки системы выделяются в соответствии с членением системотехнической деятельности по объекту. В ходе проектирования представление о сложной технической системе изменяется. Происходит последовательная конкретизация моделей этой системы.

Рассмотрим этот способ описания системотехнической деятельности на примере работы У. Гослинга "Проектирование технических систем". В ней представлены общие процедурные правила создания систем на различной материальной основе. Системотехническая деятельность рассматривается как процесс синтеза функциональной модели системы и затем ее преобразования в структурную модель (или ее реализации). Каждый этап связывается с определенными средствами символического и графического представления системы. Функциональная модель воспроизводит протекание в реальной системе субстанции (вещества, энергии или информации), т.е. преобразует входную субстанцию в выходную адекватно функционированию реальной технической системы. Гослинг назвал такую модель поточной системой. Здесь могут вводиться определенные промежуточные преобразования, т.е. описываться операции, которые выполняет каждый элемент системы по отношению к внутреннему потоку. В качестве функциональных моделей могут быть использованы, например, алгебраические модели.

Структурные модели делятся на диаграммы протекания субстанции и блок-схемы. Диаграмма протекания субстанции показывает последовательность операций (более детально, чем это дано в функциональной модели, где строгая последовательность может и не соблюдаться) и дает минимум информации о плане построения системы: идентификацию элементов и схему связей. В блок-схеме даны форма субстанции на входах одного и выходах другого элемента. Для этой цели используются особые элементы - трансдюссеры - преобразователи формы субстанции.

Функциональные модели могут быть получены тремя способами. В первом и во втором случаях предварительно существует прототип системы. В первом случае

он дан в виде блок-схемы, а во втором - в виде последовательности инструкций. На блок-схеме может быть получена диаграмма протекания субстанции, а из нее – функциональная модель. Из последовательности инструкций сначала строятся поточные диаграммы для различных групп инструкций, которые затем собираются в единую функциональную модель. В третьем случае такого прототипа системы нет. Функциональная модель может быть получена либо с помощью аналогий, либо задача сводится к подсистемам, либо модель составляется с помощью модификации некоторых элементов доступной системы. Наконец, возможно изменение проблемы, если функциональная модель не может быть получена ни одним из указанных выше способов. На этапе реализации функциональная модель представляется в виде поточной диаграммы. С помощью перестановки блоков, замены нескольких блоков одним, разделением одного блока на несколько блоков, эквивалентным изменением связей между блоками и т.п. из функциональной модели получается множество поточных диаграмм. Чтобы реализовать некоторые поточные диаграммы, проектировщику необходим каталог элементов, из которого выбираются системные элементы, имеющие свойства, как можно более близкие к свойствам идеализированных элементов поточных диаграмм. В результате получается блок-схема, соответствующая техническим условиям, сформулированным в техническом задании. Важно подчеркнуть, что для создания системы недостаточно какого-либо одного описания, необходимо сочетание блок-схемы, поточной диаграммы и функциональной модели. В процессе проектирования они постоянно корректируются и подгоняются друг к другу за счет возвращения на предыдущие стадии. В результате получается некоторое целостное описание системы, составляющие которого взаимно дополняют друг друга.

Членение системотехнической деятельности по объекту во многом зависит от того, каким образом представляется инженером - системотехником сама сложная техническая система. Такое членение определяется не только объектными характеристиками, но и возможностями проектирования, изучения, изготовления этой системы. Оно используется для организации функционирования подсистем и объединения их в единую систему. При членении системотехнической деятельности в соответствии со структурой технической системы обычно выделяются следующие ее этапы: макропроектирование (или, иными словами, внешнее проектирование), микропроектирование (или внутреннее проектирование), а также проектирование окружающей среды, которое связано с формулировкой целей системы; разбивка системы на подсистемы (т.е. разделение и распределение

функций); проектирование подсистем; изучение их взаимодействия и интеграция системы.

Второй способ описания системотехнической деятельности заключается в выделении в ней последовательности фаз, а в самих этих фазах - цепи действий, или обобщенных операций. Описание системотехнической деятельности как последовательности фаз и операций соответствуют ее разбивке с точки зрения временной организации работ, параллельной и последовательной связи между ними, возможности выделения фрагментов деятельности и т.д. Это представление системотехнической деятельности используется главным образом для синхронной организации и установления последовательности операций (алгоритма разработки системы). Оно также служит средством решения задачи автоматизации проектирования сложных технических систем.

Обычно системотехническая деятельность распадается на следующие шесть фаз: подготовка технического задания (иначе аванпроекта) – предпроектная стадия, разработка эскизного проекта, изготовление и внедрение, эксплуатация и оценка. Иногда добавляется еще одна фаза – "ликвидация", или "уничтожение" системы, что в современных условиях зачастую является весьма сложной задачей из-за возможных экологических последствий этого процесса. На каждой фазе системотехнической деятельности выполняется одна и та же последовательность обобщенных операций. Эта последовательность включает в себя анализ проблемной ситуации, синтез решений, оценку и выбор альтернатив, моделирование, корректировку и реализацию решения.

Системотехническая деятельность как последовательность фаз, шагов и задач наиболее развернуто представлена в книге М. Азимова "Введение в проектирование". В ней подробно рассмотрены три фазы: изучение осуществимости, предварительное проектирование и детальное проектирование. Дается следующая хронологическая структура этих фаз.

Первая фаза. Изучение осуществимости начинается с анализа потребностей (первый шаг). Цель данной фазы - множество пригодных решений проектной проблемы. Начальной точкой системотехнической деятельности является гипотетическая потребность, существующая в определенной социально-экономической сфере. Анализ потребностей должен продемонстрировать, действительно ли существует первоначальная потребность, имеет ли она широкое распространение или является скрытой. Потребность появляется тогда, когда становится возможной ее экономическая реализация. Она предполагает определенное техническое исполнение, определенную техническую систему, которая делает ее удовлетворение возможным. На втором

шаге исследуется порожденная потребностью проектная проблема. Прежде чем пытаться найти возможные ее решения, проектная проблема должна быть определена и сформулирована. Эта задача осуществляется на основе информации, которую мы получаем от предыдущего шага (спецификация желаемых выходов) и релевантной технической информации об окружающей среде, ресурсах и общем инженерном принципе системы. В инженерной формулировке проблемы, являющейся результатом "идентификации системы", определяются параметры системы, ограничительные условия и главные проектные критерии. Проектируемая система рассматривается здесь как "черный ящик", содержание которого неизвестно. Третий шаг изучения осуществимости представляет собой синтез возможных решений. Синтез заключается в "прилаживании" друг к другу частей или отдельных идей проекта с целью получения интегрированного целого. Из полученных в результате синтеза множества внушающих доверие альтернативных решений должны быть выбраны потенциально пригодные решения проблемы. Каждое из них является абстракцией, идеализацией, которая учитывает только некоторые главные факторы, но опускает многие второстепенные факторы. Последние могут, однако, иметь решающее значение при выяснении возможности или невозможности данного решения. Поэтому четвертый шаг заключается в определении физической реализуемости решений проблемы. На пятом шаге из реализуемых решений выбираются экономически рентабельные решения. Однако может оказаться, что даже экономически рентабельные решения проектной проблемы не могут быть реализованы, если этого не позволяют имеющиеся финансовые ресурсы. В результате определения финансовой осуществимости (шестой шаг) остается множество пригодных решений, которые и являются результатом первой фазы.

Вторая фаза. Предварительное проектирование имеет целью установить, какая из предложенных на предыдущей фазе альтернатив является наилучшей проектной идеей. Результатом этой фазы является общая идея системы, которая будет служить руководством для детального проектирования. Первый шаг заключается в выборе из проектных идей. В множестве пригодных решений, разработанных при изучении осуществимости, должно быть определено наиболее перспективное решение как предварительная идея проекта. Второй шаг состоит в формулировке математических моделей как прототипов проектируемой системы. В результате анализа чувствительности системы (третий шаг) за счет экспериментирования с ее входами и выходами определяются критические проектные параметры, точные пределы чувствительности системы на внешние воздействия. Определяется, какие минимальные воздействия на входы (независимые переменные) ведут к

изменениям выходов (зависимые переменные). На четвертом шаге - это анализ совместимости - система должна быть представлена как объект, сам являющийся комбинацией объектов на нижележащем уровне сложности, которые представляют собой подсистемы и могут быть комбинацией компонентов, в свою очередь состоящих из более мелких частей, имеющий иерархическую структуру. Точные проектные параметры, которые выявлены при анализе чувствительности, должны быть откорректированы с точки зрения приспособления друг к другу подсистем и компонентов, увеличения их взаимной совместимости. В результате этого шага получают "пригнанные параметры". Поскольку система действует в динамической окружающей среде, она должна иметь такую стабильность, чтобы изменения в этой среде не были причиной "катастроф" в системе. Цель анализа стабильности (пятый шаг) - исследовать поведение системы в необычных обстоятельствах, чтобы была уверенность, что система как целое не является нестабильной, определить области, в которых проектные параметры являются нестабильными, определить риск и последствия изменений окружающей среды, которые могли бы быть причиной "катастроф" в системе. До шестого шага все главные параметры не фиксировались на определенном и едином значении. На стадии оптимизации проектного решения это необходимо сделать. Таким образом, на шестом шаге осуществляется окончательный выбор наилучшего решения среди нескольких альтернатив. Седьмой шаг предварительного проектирования называется "проекция в будущее". Действительно, некоторые компоненты системы устаревают прежде, чем ее проектирование будет завершено. Поэтому проектировщик должен знать общее направление и тенденции технического развития. В проекте необходимо учитывать возможности технического прогресса, например, новые компоненты и подсистемы, которые могут быть добавлены к системе в будущем. Могут измениться также вкусы потребителей или предложения конкурентов, т.е. социально-экономические условия. На восьмом шаге предполагается изучить, как сама система будет вести себя в будущем (предсказание поведения системы). Девятый шаг осуществляется в испытательной лаборатории, где производится экспериментальная проверка идеи. Испытания не ограничиваются только доказательством удовлетворительности работы системы или ее компонентов. Они могут также ответить на вопрос о физической реализуемости системы, если это невозможно сделать на основе анализа или прошлого опыта. Наконец, в результате ряда шагов проект становится очень сложным, поэтому десятый шаг заключается в устранении ненужной сложности, в упрощении проекта.

Третья фаза. Цель детального проектирования - довести предварительную идею системы до физической реализации и разработать окончательную конструкцию

системы. Общая идея системы зафиксирована, подсистемы точно определены, и имеется предварительное решение выполнить полный проект. Для этого необходимы специалисты, время и деньги. Поэтому на первом шаге (подготовка к проектированию) обосновывается бюджет и осуществляется организация проектирования. Второй шаг заключается в общем проектировании подсистем по тем же этапам, что и предварительное проектирование системы в целом. Однако требования совместимости и совместного действия подсистем накладывают на них большие ограничения, чем факторы окружающей среды на систему в целом. В соответствии с предварительными планами подсистем разрабатываются проекты компонент (третий шаг), что является фактически повторением проектирования подсистем. Однако проектирование на более низких уровнях становится менее абстрактным. Результаты проектирования компонентов фиксируются в предварительных планах, которые являются основой для детального проектирования частей, являющихся элементарными составляющими компонентов (четвертый шаг). Наконец, возникает вопрос о физической реализации, который при проектировании подсистем и компонентов был относительно второстепенным. Необходимо решить, каковы должны быть форма, материал и набор инструкций (например, способы обработки материала) для производства частей. Все это фиксируется в детальных чертежах и в спецификациях к ним. Предварительный план компонента должен быть заменен теперь точным и окончательным сборочным чертежом. Далее должны быть вычерчены соответствующие сборочные чертежи для подсистем и, наконец, для системы в целом. Этот процесс, составляющий содержание пятого шага, является итерационным. При подготовке сборочных чертежей происходит корректировка чертежей подсистем, компонентов и частей. Имея полные сборочные чертежи, экспериментальная мастерская может построить первые материализованные прототипы - экспериментальную конструкцию системы (шестой шаг). (Иногда первый прототип и является конечным продуктом). На седьмом шаге, после того, как экспериментальная конструкция изготовлена, составляется программа проверки продукта. Центральным становится вопрос, хорошо ли работает система с точки зрения потребителя. На основе анализа проверочных данных (восьмой шаг) производится обнаружение дефектов, которые служат основой для перепроектирования и усовершенствования системы (девятый шаг) до тех пор, пока окончательное инженерное описание проекта не будет выполнено.

Фаза детального проектирования системы заканчивается, но ею не завершается системотехнический цикл. Он включает в себя еще планирование производства, распределения потребления и снятия с эксплуатации. Однако нас в данном случае интересует только пример описания системотехнической деятельности в

виде фаз, шагов и задач, поэтому ограничимся уже рассмотренными фазами. Каждый шаг системотехнической деятельности представлен автором как процесс, состоящий из последовательности задач. Эта последовательность является специализированным процессом решения проблемы, включающим в себя анализ проблемной ситуации, синтез решений, оценку и выбор из альтернатив, оптимизацию, пересмотр и осуществление. На каждом шаге проектирования от анализа потребностей фазы изучения осуществимости до перепроектирования (фаза детального проектирования) иногда полностью, иногда частично, решается одна и та же последовательность задач.

Системотехническая деятельность представляет собой комплексный вид деятельности, включающий большое число исполнителей и функций. Целью ее является создание больших технических систем и в связи с этим - организация всех работ и специалистов, привлеченных к этой разработке. Можно выделить "горизонтальную" и "вертикальную" структуры системотехнической деятельности. Эти структуры отражают существующую в системотехнике связь работ и специалистов: первая соответствует типам компонентов и аспектов системы (создание машинных блоков, проектирование "плоскости соприкосновения" человека и машины, разработка экономических, организационных и социальных аспектов системы и т.п.), вторая соответствует общей последовательности работ системотехнической деятельности (инженерное исследование, изобретательство, проектирование, конструирование, изготовление и внедрение, эксплуатация). В качестве важнейших компонентов системотехнической деятельности выделяются также методическая деятельность и научно-техническая координация.

Возможно описание системотехнической деятельности с точки зрения связи работ и специалистов; пример такого описания можно найти в книге Г. Х. Гуда и Р. Э. Макола "Системотехника". Каждую научную дисциплину, участвующую в создании сложной технической системы, фактически представляет тот или иной специалист. Например, исследователь операций рассматривается именно как член бригады проектировщиков, что накладывает на него некоторые обязательства (знакомство с аппаратурой и помощь в принятии решений по проекту). Каждая фаза также связывается с определенным составом бригады системотехников. Большинство или все члены такой бригады должны быть "учеными-универсалистами". Кроме того, каждый член бригады должен быть еще и специалистом в какой-нибудь узкой области (электронике, математике, той области, к которой относится решаемая задача и т.п.). Система, конечно, не может быть продуктом одних "универсалистов". Задача инженера-системотехника состоит в организации различных специалистов при

проектировании системы. Авторы рассматривают соотношение между исследованием и разработкой, возможность и необходимость дублирования работ над проектом, а также способы организации работы по проектированию системы. Системотехническая группа может быть организована: (1) как штабная группа при руководителе проекта (обеспечивает планы и ведение программы); (2) как линейная группа во главе с начальником проекта, который является ее непосредственным руководителем (функционирует по всем частям проектной организации); (3) как расчлененная группа, состоящая из руководителей групп оборудования, которые встречаются для выполнения задач проектирования системы в целом; (4) как отдельная линейная организация на равных правах с группами оборудования, быстро переключающаяся с одного оборудования на другое; (5) как отдельное проектное бюро. При небольшом количестве крупных проектов наилучшей является организация (1), при большом количестве – организация (4). Авторы представляют также подробное описание научных средств и дисциплин, используемых в системотехнической деятельности, из которого видно, что их арсенал не ограничивается лишь естественными, техническими науками и математикой, но включает в себя также инженерно-экономические исследования, индустриальную социологию и инженерную психологию, необходимую, например, для проектирования деятельности человека-оператора в сложной технической системе.

Таким образом, сегодня проектирование уже не может опираться только на технические науки. Выход инженерной деятельности в сферу социально-технических и социально-экономических разработок привел к обособлению проектирования в самостоятельную область деятельности и трансформации его в системное проектирование, направленное на проектирование (реорганизацию) человеческой (например, управленческой) деятельности, а не только на разработку машинных компонентов. Это приводит к тому, что инженерная деятельность и проектирование меняются местами. Если традиционное инженерное проектирование входит составной частью в инженерную деятельность, то системное проектирование, напротив, может включать (если речь идет о создании новых машинных компонентов) или не включать в себя инженерную деятельность. Сфера приложения системного проектирования расширяется, оно включает в себя все сферы социальной практики (обслуживание, потребление, обучение, управление и т.д.), а не только промышленное производство. Формируется социотехническое проектирование, задачей которого становится целенаправленное изменение социально-организационных структур.

3.2. Социотехническое проектирование

"Расслоение" инженерной деятельности приводит к тому, что отдельный инженер, во-первых, концентрирует свое внимание лишь на части сложной технической системы, а не на целом и, во-вторых, все более и более удаляется от непосредственного потребителя его изделия, конструируя артефакт (техническую систему) отделенным от конкретного человека, служить которому прежде всего и призван инженер. Непосредственная связь изготовителя и потребителя, характерная для ремесленной технической деятельности, нарушается. Создается иллюзия, что задача инженера - это лишь конструирование артефакта, а его внедрение в жизненную канву общества и функционирование в социальном контексте должно реализовываться автоматически.

Однако сегодня создание автомобиля – это не просто техническая разработка машины, но и создание эффективной системы обслуживания, развитие сети автомобильных дорог, скажем, скоростных трасс с особым покрытием, производство запасных частей и т.д. и т.п. Строительство электростанций, химических заводов и подобных технических систем требует не просто учета "внешней" экологической обстановки, а формулировки экологических требований как исходных для проектирования. Все это выдвигает новые требования как к инженеру и проектировщику, так и к представителям технической науки. Их влияние на природу и общество столь велико, что социальная ответственность их перед обществом неизмеримо возрастает, особенно в последнее время.

Современный инженер – это не просто технический специалист, решающий узкие профессиональные задачи. Его деятельность связана с природной средой, основой жизни общества, и самим человеком. Поэтому ориентация современного инженера только на естествознание, технические науки и математику, которая изначально формируется еще в вузе, не отвечает его подлинному месту в научно-техническом развитии современного общества. Решая свои, казалось бы, узко профессиональные задачи, инженер активно влияет на общество, человека, природу и не всегда наилучшим образом. Это очень хорошо понимал еще в начале XX столетия русский инженер-механик и философ-техники П. К. Энгельмейер: "Прошло то время, когда вся деятельность инженера протекала внутри мастерских и требовала от него одних только чистых технических познаний. Начать с того, что уже сами предприятия, расширяясь, требуют от руководителя и организатора, чтобы он был не только техником, но и юристом, и экономистом, и социологом". Эта социально-

экономическая направленность работы инженера становится совершенно очевидной в рамках рыночной экономики - когда инженер вынужден приспособливать свои изделия к рынку и потребителю.

Задача современного инженерного корпуса - это не просто создание технического устройства, механизма, машины и т.п. В его функции входит и обеспечение их нормального функционирования в обществе (не только в техническом смысле), удобство обслуживания, бережное отношение к окружающей среде, наконец, благоприятное эстетическое воздействие и т.п. Мало создать техническую систему, необходимо организовать социальные условия ее внедрения и функционирования с максимальными удобствами и пользой для человека.

Отрицательный опыт разработки автоматизированных систем управления (АСУ), например, очень хорошо показывает недостаточность узкотехнического подхода к созданию сложных человеко-машинных систем. В эту сферу, по сути дела, социотехнических разработок первоначально пришли специалисты из самых разных областей науки и техники и вполне естественно привнесли с собой соответствующее видение объекта исследования и проектирования. Скажем, специалисты в области теории автоматического регулирования видели в АСУ лишь совокупность передаточных функций и определенных структурных блоков, которые надо связать. Тот факт, что АСУ - это прежде всего социально-экономическая система, в которую внедряются средства вычислительной техники, осознавался очень и очень долго. В сознании инженера витала идея о том, что хотя бы в предельном случае автоматизированная система управления должна стать автоматической. Иными словами, она должна стать полностью автоматизированной, технической системой, исключаяющей человека. С этим фактом, как нам кажется, связаны многие неудачи в истории разработки и внедрения АСУ. В соответствии с этой программой, все отрасли, объединения, предприятия кинулись срочно закупать вычислительную технику, еще точно не зная, как ее использовать. При этом не учитывалось, что социальный организм, в который встраивается данная техника, должен быть перестроен, иначе АСУ, вместо сокращения управленческого персонала, ради чего они и внедрялись, приводят к его увеличению. Для внедрения АСУ была необходима перестройка всей хозяйственной деятельности цеха, предприятия, отрасли, а не автоматизация рутинных процедур человеческой деятельности путем замены человека машинными компонентами. Машинные компоненты выступают в этом случае уже как подчиненные более общей и глобальной социально-экономической задаче.

Таким образом, новое состояние в системном проектировании представляет собой проектирование систем деятельности. Здесь речь идет о социотехническом (в противовес системотехническому) проектировании, где главное внимание должно уделяться не машинным компонентам, а человеческой деятельности, ее социальным и психологическим аспектам. Однако проектировщики пользуются зачастую старыми средствами и неадекватными модельными представлениями. В чем же заключается специфика современного социотехнического проектирования и что все же позволяет называть его проектированием?

Прежде всего социотехническое проектирование характеризуется гуманитаризацией. Проектирование само становится источником формирования проектной тематики и вступает тем самым в сферу культурно-исторической деятельности. Кроме того, в качестве объекта проектирования выступает и сама сфера проектной деятельности ("проектирование проектирования"). Поэтому в нем формируется особый методический слой, направленный на выработку норм и предписаний для проектных процедур, и теоретический слой, обеспечивающий методистов знаниями об этих процедурах.

Социотехническое проектирование – это проектирование без прототипов, и поэтому оно ориентировано на реализацию идеалов, формирующихся в теоретической или методологической сферах или в культуре в целом. Его можно охарактеризовать как особое проектное движение, в которое вовлечены различные типы деятельности: производственная, социального функционирования, эксплуатационная, традиционного проектирования и т.п. В роли проектировщиков стали выступать и ученые (кибернетики, психологи, социологи). Проектирование тесно переплетается с планированием, управлением, программированием, прогнозированием и организационной деятельностью. Вовлеченные в проектное движение, они не только трансформируются сами, но и существенно модифицируют проектирование вообще. Что же в таком случае позволяет называть все это проектированием? Сфера проектирования, хотя и включает в себя в настоящее время деятельность многих видов, оставляет на первом плане конструктивные задачи, подчиняя им все остальные.

Можно рассмотреть основные проблемы социотехнического проектирования на примере градостроительного, эргономического проектирования, дизайна систем (художественного конструирования) и оргпроектирования.

В градостроительном проектировании особенно остро стоит задача внедрения, с которой тесно связана разработка идей "перманентного проектирования",

когда отдельные стадии реализации проектов уточняются на основе опыта функционирования уже выполненных на предыдущих стадиях блоков проектируемой системы. В связи с этим возникает сложная проблема организации и реорганизации самой проектной деятельности, процесса (точнее, цикла) проектирования. Данную функцию выполняет методология проектирования (поскольку социотехническая деятельность вынуждена ориентироваться на целый комплекс наук, а не на какую-либо одну социальную и тем более техническую дисциплину). Методология проектирования практически обеспечивает связь проектирования с другими сферами (например, производством и потреблением), учитывая динамику каждой из этих сфер. Проникновение конкретно-методологических рекомендаций в канву проектировочной деятельности вообще характерно для всех видов социотехнического проектирования. Продукт социотехнической деятельности - сложную систему - нельзя пощупать как объект исследования классической технической науки или как штучное изделие, бывшее продуктом традиционной инженерной деятельности. В градостроительном проектировании жизненное пространство района или квартала, людские потоки и размещение элементов бытового обслуживания остаются вне поля зрения заказчика в момент сдачи объекта в эксплуатацию. Перед ним предстает лишь совокупность зданий, асфальтированных дорог и зеленых насаждений, и весь этот комплекс должен отвечать более или менее четким техническим и эстетическим требованиям. Однако это не означает, что последние требования существуют в реальности, а первые - нет. Напротив, недочеты авторов проекта самым непосредственным образом ощущаются жителями, влияют на их работоспособность и самочувствие. Но здесь вступают в силу социальные и психологические реалии, не регистрируемые с точки зрения традиционной инженерной позиции, которая была основана лишь на естественнонаучных знаниях и представлениях. Именно поэтому представители современных научно-технических дисциплин ищут опору в общей методологии, прежде всего в системном подходе, из которого они черпают основные понятия и представления. Однако чаще всего инженерно-технические специалисты не находят готовых интеллектуальных средств в достаточно разработанном (для решения стоящих перед ним конкретных научно-технических задач) виде и сами вынуждены становиться методологами определенного (конкретно-научного) уровня, достраивая недостающие теоретические схемы своей дисциплины.

В настоящее время в так называемом художественном конструировании определилось четкое противопоставление "штучного дизайна" (проектирования единичных промышленных изделий) и дизайна систем. Дизайн не должен лишь дополнять инженерное конструирование. Он является более развитой формой

проектирования. Особенностью дизайна систем является четкое осознание его связи с предшествующей художественной культурой. Дизайнер часто обращается за поиском образов, нужных образцов, концептуальных схем к культурному наследию человечества. Например, в контексте дизайна систем исследуется генезис типологических форм культурной программы, переосмысление классицизма и романтизма не столько как исторических явлений, сколько как фундаментальных типов и моделей художественного сознания, которые программируют подходы и творческие методы в дизайне систем. Дизайн, сам являясь органической частью современной культуры, особенно рельефно подчеркивает ее проектность, которая проявляется прежде всего в том, что наличие нереализованных проектов не менее важно для социума, чем уже реализованных.

Дизайнер выполняет сразу несколько профессиональных ролей. Он, во-первых, выступает как исследователь и тогда действует в соответствии с нормами научно-теоретической деятельности. Во-вторых, ему приходится выполнять функции инженера-проектировщика и методиста, рассматривать продукт своей деятельности как особого рода проект. В-третьих, он - художник, наследующий и эстетически преобразующий все достижения предшествующей художественной культуры в целях создания нового произведения искусства. Однако он вынужден также, не отождествляя себя полностью со всеми перечисленными ролями, осознать себя как дизайнера в рамках вполне определенного профессионального сообщества. Он должен представлять объект и процесс собственной деятельности как единое целое - единую систему и целостную деятельность, как дизайн систем. Эта многоликость, и в то же время единство, профессиональных ролей приучает его мышление к внутренней диалогичности и рефлексии, к необходимости постоянно мысленно заимствовать у участников кооперации их позиции и восстанавливать их логику, разрушает традиционную для классической естественной и технической науки монологичность и монотеоретичность, стирает грани между исследованием и проектированием, собственно получением знаний и их использованием, между знанием и деятельностью. В одних случаях дизайнер выполняет лишь вспомогательные функции оформителя в группе проектировщиков, в других он играет ведущую роль, контролируя все параметры проектируемой вещи, но нередко он выполняет нечто среднее между этими двумя типами деятельности, координируя специалистов-проектировщиков. Кроме того, в сферу проектирования попадает и организация процесса проектирования. Главное своеобразие дизайна систем по сравнению с дизайном вещей состоит в том, что сама организационная ситуация становится предметом осмысления,

моделирования и программирования, неотъемлемой частью объекта проектирования.

На примере эргономического и инженерно-психологического проектирования наиболее отчетливо видно, что здесь осуществляется проектирование именно человеческой деятельности (в человеко-машинных системах). Это - комплексный вид деятельности, методологической основой которой является системный подход. Задачей эргономики является разработка методов учета человеческих факторов при модернизации действующей техники и создании новой технологии, а также соответствующих условий деятельности. Весьма близким к эргономическому проектированию и по генезису, и по объекту, и по структуре, и по методам является инженерно-психологическое проектирование (они различаются лишь в дисциплинарном плане: последнее более жестко ориентировано на психологию как на базовую дисциплину). В инженерно-психологическом проектировании первоначально человеческие факторы рассматривались лишь наряду с машинными компонентами и даже как подчиненные им. В этом плане оно было вначале лишь частью системотехнического проектирования. На современном этапе развития речь идет о проектировании человеческой деятельности, в которую включены машинные средства. В настоящее время в инженерно-психологическом проектировании можно выделить три основные установки: системотехническую, инженерно-психологическую и социотехническую. В первом случае сугубо технический подход превалирует над гуманитарным. Согласно системотехнической точке зрения, машинное функционирование, индивидуальная деятельность человека и деятельность коллектива людей могут быть адекватно описаны с помощью одних и тех же схем и методов, которые создавались для описания функционирования машины. Сторонники этой точки зрения мыслят инженерно-психологическое проектирование как составную часть системотехнического проектирования, а проект деятельности оператора для них, как правило, полностью исчерпывается алгоритмом его работы, лишь с указанием на специфику человеческого компонента. В социотехническом проектировании объектом проектирования становится коллективная человеческая деятельность, поэтому оно неизбежно должно ориентироваться на социальную проблематику как на определяющую. Объектная же область инженерно-психологического проектирования ограничивается индивидуальными аспектами деятельности. Таким образом, инженерно-психологическое проектирование представляет собой промежуточный вариант между системотехническим и социотехническим проектированием.

Эргономическое же проектирование по самой своей сути является социотехническим, поскольку, наряду с психологией, физиологией, анатомией, гигиеной труда, в нем большое внимание уделяется социальным, социально-психологическим, экономическим и другим факторам. Если системотехника ориентирована, в конечном счете, на максимально возможную и разумную автоматизацию человеческой деятельности как в плане объекта системотехники (автоматизация функционирования сложных систем), так и самой системотехнической деятельности (автоматизация проектирования и конструирования), то в эргономике такой подход неприемлем принципиально. Эргономика анализирует специфические черты деятельности сложной человеко-машинной системы, а технические средства рассматриваются как включенные в нее. И если в системотехнике с определенной поправкой можно все же считать алгоритмическое описание деятельности удовлетворительным, то с точки зрения эргономики, такое описание просто не работает (является слишком грубым и приблизительным). Поэтому эргономическое описание фиксируется в виде особых концептуальных схем деятельности, которые формируются, с одной стороны, на основе систематизации методической работы (прецеденты), а с другой - на базе конкретизации представлений деятельности, развитых в системном подходе.

Оргпроектирование связано прежде всего с совершенствованием, развитием, перестройкой организационных систем управления, проектированием организаций, организационных систем управления, построением структур управления организациями, с проектированием новых структурных форм организаций и т.п. Оно неразрывно связано с системным анализом как средством рационализации управленческой деятельности. Даже традиционные работы по научной организации труда осознаются сегодня как оргпроектирование. Одним из современных направлений последнего является также проектирование организационных нововведений. Методы оргпроектирования вторгаются и в сферу системотехнической деятельности. Во-первых, объектом проектирования становятся сами проектные организации: оргпроектирование проектных организаций, выбор структуры проекта и тому подобное; во-вторых, проектирование сложных человеко-машинных систем, прежде всего автоматизированных систем управления экономикой, все чаще осознается как оргпроектирование, т.е. проектирование, точнее, реорганизация всей управленческой деятельности (системы управления в целом), где большое значение имеет не столько проектирование, сколько внедрение, подведение существующей системы управления под проект.

Из приведенных примеров видно, что социотехническое проектирование существенно отличается не только от традиционной инженерной, но и системотехнической деятельности. И хотя последняя также направлена на проектирование человеко-машинных систем, системотехническое проектирование является более формализованным и четко ориентированным главным образом на сферу производства. Социотехническое же проектирование выходит за пределы традиционной схемы "наука-инженерия-производство" и замыкается на самые разнообразные виды социальной практики (например, на обучение, обслуживание и т.д.), где классическая инженерная установка перестает действовать, а иногда имеет и отрицательное значение. Все это ведет к изменению самого содержания проектной деятельности, которое прорывает ставшие для него узкими рамки инженерной деятельности и становится самостоятельной сферой современной культуры.

Социотехническая установка современного проектирования оказывает влияние на все сферы инженерной деятельности и всю техносферу. Это выражается прежде всего в признании необходимости социальной, экологической (и аналогичных) оценки техники, в осознании громадной степени социальной ответственности инженера и проектировщика.

3.3. Оценка последствий инженерной и научно-технической деятельности

Инженер обязан прислушиваться не только к голосу ученых и технических специалистов и голосу собственной совести, но и к общественному мнению, особенно если результаты его работы могут повлиять на здоровье и образ жизни людей, затронуть памятники культуры, нарушить равновесие природной среды и т.д. Когда влияние инженерной деятельности становится глобальным, ее решения перестают быть узко профессиональным делом, становятся предметом всеобщего обсуждения, а иногда и осуждения. И хотя научно-техническая разработка остается делом специалистов, принятие решения по такого рода проектам - прерогатива общества. Никакие ссылки на экономическую, техническую и даже государственную целесообразность не могут оправдать социального, морального, психологического, экологического ущерба, который может быть следствием реализации некоторых проектов. Их открытое обсуждение, разъяснение достоинств и недостатков, конструктивная и объективная критика в широкой печати, социальная экспертиза, выдвижение альтернативных проектов и планов становятся важнейшим атрибутом современной жизни, неизбежным условием и следствием ее демократизации.

Изначальная цель инженерной деятельности - служить человеку, удовлетворению его потребностей и нужд. Однако современная техника часто употребляется во вред человеку и даже человечеству в целом. Это относится не только к использованию техники для целенаправленного уничтожения людей, но также к повседневной эксплуатации инженерно-технических устройств. Если инженер и проектировщик не предусмотрели того, что, наряду с точными экономическими и четкими техническими требованиями эксплуатации, должны быть соблюдены также и требования безопасного, бесшумного, удобного, экологичного применения инженерных устройств, то из средства служения людям техника может стать враждебной человеку и даже подвергнуть опасности само его существование на Земле. Эта особенность современной ситуации выдвигает на первый план проблему этики и социальной ответственности инженера и проектировщика перед обществом и отдельными людьми.

Проблемы негативных социальных и других последствий техники, проблемы этического самоопределения инженера возникли с самого момента появления инженерной профессии. Леонардо да Винчи, например, был обеспокоен возможным нежелательным характером своего изобретения и не захотел предать гласности идею аппарата подводного плавания - "из-за злой природы

человека, который мог бы использовать его для совершения убийств на дне морском путем потопления судов вместе со всем экипажем". Еще ранее - в XV столетии - люди уже были озабочены тем, какие социальные проблемы принесет с собой новая техника. Например, в акте Кельнского городского совета (1412 г.) было записано следующее: "К нам явился Вальтер Кезингер, предлагавший построить колесо для прядения и кручения шелка. Но посоветовавшись и подумавши? совет нашел, что многие в нашем городе, которые кормятся этим ремеслом, погибнут тогда. Поэтому было постановлено, что не надо строить и ставить колесо ни теперь, ни когда-либо впоследствии". Конечно, подобные решения тормозили технический и экономический прогресс, приходили в противоречие с требованиями нарождающейся рыночной экономической системы. Однако сегодня человечество находится в принципиально новой ситуации, когда невнимание к проблемам последствий внедрения новой техники и технологии может привести к необратимым негативным результатам для всей цивилизации и земной биосферы. Кроме того, мы находимся на той стадии научно-технического развития, когда такие последствия возможно и необходимо, хотя бы частично, предусмотреть и минимизировать уже на ранних стадиях разработки новой техники. Перед лицом вполне реальной экологической катастрофы, могущей быть результатом технологической деятельности человечества, необходимо переосмысление самого представления о научно-техническом и социально-экономическом прогрессе. Однако в данном разделе мы хотели бы остановиться на тех практических изменениях в структуре современной инженерной деятельности и социальных механизмах ее функционирования, которые, хотя бы частично, позволяют обществу контролировать последствия технических проектов в обозримом будущем.

Первое и наиболее общее условие ответственности – это способность причинять, т.е. способность действующего человека (агента) воздействовать на мир; второе, способность агента контролировать свои действия; третье, - то, что он до некоторой степени может предвидеть их результаты. Наличие этих необходимых условий дает возможность говорить об ответственности. " (Ханс Йонас).

Еще в 1906г. Генри Гозли Праут, в прошлом военный инженер, выступая перед Корнельской ассоциацией гражданских инженеров, выразил следующую мысль: "Инженеры, более чем кто-либо, будут вести человечество вперед... на инженерах... лежит такая ответственность, с которой человечество никогда не сталкивалось" . Инженер обязан прислушиваться не только к голосу ученых технических специалистов и голосу собственной совести, но и к

общественному мнению, особенно если результаты его работы могут повлиять на здоровье и образ жизни людей и т.д. Никакие ссылки на экономическую, техническую и даже государственную целесообразность не могут оправдать социального, морального, экологического ущерба, который может быть следствием реализации некоторых проектов. Их открытое обсуждение, разъяснение достоинств и недостатков, объективная критика в широкой печати, социальная экспертиза, выдвижение альтернативных проектов становятся важнейшим атрибутом современной жизни.

Начальная цель инженерной деятельности – служить человеку, удовлетворению его потребностей и нужд. Однако современная техника часто употребляется во вред человеку. Это относится не только к использованию техники для целенаправленного уничтожения людей, но также к повседневной эксплуатации инженерно-технических устройств. Если инженер и проектировщик не предусмотрели того, что наряду с точными экономическими и четкими техническими требованиями эксплуатации, должны быть соблюдены также и требования безопасного, бесшумного, удобного, экологического применения инженерных устройств, то из средства служения людям техника может стать враждебной человеку. Эта особенность современной ситуации выдвигает на первый план проблему этики и социальной ответственности инженера и проектировщика перед обществом и отдельными людьми.

Сегодня человечество находится в такой ситуации, когда невнимание к проблемам внедрения новой техники может привести к необратимым негативным результатам для всей цивилизации и земной биосферы. Кроме того, мы находимся на той стадии научно-технического развития, когда такие последствия возможно и необходимо предусмотреть и минимизировать уже на ранних стадиях разработки новой техники. Перед лицом вполне реальной экологической катастрофы, которая может стать результатом деятельности человечества, необходимо переосмысление самого представления о научно-техническом и социально-экономическом прогрессе. В настоящее время уже существуют практические изменения в структуре инженерной деятельности, которые, хотя бы частично, позволяют обществу контролировать последствия технических проектов в обозримом будущем.

Так, в 1972 г. в США был принят закон об оценке техники. Этот закон предусматривал создание Бюро по оценке техники, задачей которого стало обеспечение сенаторов и конгрессменов объективной информацией в данной области. Основными задачами бюро являются:

1. идентифицировать имеющиеся место или предвидимые последствия техники и технологических программ;
2. устанавливать причинно-следственные отношения;
3. показать альтернативные технические методы для реализации специфических программ;
4. показать альтернативные программы для достижения требуемых целей;
5. приняться за оценку и сравнение следствий альтернативных методов и программ;
6. представить результаты законченного анализа ответственным органам законодательной власти;
7. указать области, в которых требуется дополнительное исследование или сбор данных, чтобы предоставить достаточную поддержку для оценки того, что обозначено в пунктах с (1) по (5) данного подраздела;
8. осуществить дополнительные родственные виды деятельности.

Таким образом, оценка техники становится сегодня составной частью инженерной деятельности. Иногда оценку техники называют также социально-гуманитарной (социально-экономической, социально-экологической и т.п.) экспертизой технических проектов. Оценка техники, или оценка последствий техники является междисциплинарной задачей и требует подготовки специалистов широкого профиля, обладающих не только научно-техническими, но и социально-гуманитарными знаниями. Однако это не означает, что ответственность отдельного рядового инженера при этом уменьшается – напротив, коллективная деятельность должна сочетаться с индивидуальной ответственностью.

Тема 4. оценка объектов проектирования как результатов инженерного творчества

4.1. Требования к объектам проектирования

Качественные признаки продукции предопределяются уже в процессе проектирования и реализуются при производстве изделий. После изготовления они проходят процесс потребления, поэтому качество создаваемой и существующей продукции можно оценивать по производственным и потребительским признакам. К первым, определяющим качество продукции, относятся конструктивные, технологические и технико-экономические.

Конструктивные признаки предполагают достижение возможной простоты и целесообразности конструкции изделия, рациональный выбор материалов, назначение размеров элементов и решение узлов в соответствии с действительными нагрузками и условиями эксплуатации в целях обеспечения надежности. Конструкция изделия должна обеспечивать его нормальное функционирование в течение всего периода эксплуатации.

Технологические признаки обуславливают соответствие изделий оптимальной технологии их изготовления и в значительной мере обеспечиваются уже при разработке конструкций изделий.

Технологичной называется такая конструкция изделия или составляющих его элементов, которая обеспечивает заданные эксплуатационные качества продукции и позволяет изготавливать ее с наименьшими затратами труда и материалов. Технологичная конструкция характеризуется простотой компоновки и совершенством формы, обеспечивает удобство и минимальную трудоемкость в процессе сборки и при ремонте. Важным средством обеспечения технологичности является широкое применение в новых конструкциях таких деталей, узлов, механизмов, агрегатов, которые уже входили в ранее изготавливаемые изделия, а также нормализованных и стандартизованных узлов и деталей.

Технико-экономические признаки определяются материальными и трудовыми затратами на производство и потребление, техническими условиями изготовления, а также методами испытаний, правилами приемки, маркировки, упаковки, транспортировки и хранения, которые устанавливаются ГОСТами. Снижение затрат на производство изделий при обеспечении их качества является одним из основных требований, поэтому оно должно учитываться на всех этапах проектирования и производства.

К потребительским признакам, определяющим качество техники, относятся социальные, функциональные, эргономические, экологические и эстетические.

Социальные предполагают соответствие изделия общественным потребностям, необходимому уровню потребительской ценности. Необходимость производства, например станков, определяется общественной потребностью в изготавливаемых изделиях, поэтому качество станков зависит от уровня потребительских свойств получаемых с их помощью конечных продуктов.

Функциональные признаки характеризуют основное назначение предмета и использование его с наибольшей пользой. Они связаны с определенной структурой потребительских свойств. Эргономические; экологические и эстетические признаки обеспечивают социальную эффективность техники.

Эргономические требования к технике определяют необходимые эргономические свойства. Структурная схема эргономических свойств и показателей приведена ранее. Она позволяет анализировать и учитывать при проектировании многие аспекты, касающиеся взаимодействия техники с человеком.

Эстетические требования к технике обуславливают единство эстетических и функциональных признаков. Они должны быть взаимосвязаны с требованиями эргономики, безопасности и научной организации труда.

Общие эстетические требования к оборудованию приведены в таблице 4.1. К конкретному оборудованию, помимо общих требований, могут быть выдвинуты специальные, с учетом условий среды, особенностей назначения, формы и т. д.

Таблица 4.1 – Эстетические требования к оборудованию

Вид	Содержание
Отражение современных представлений об эстетической ценности структуры и формы оборудования	Эстетическое совершенство оборудования исходя из тенденций в промышленном формообразовании, раскрытия связи изделия и функционально-предметной среды с человеком, проявления признаков фирменного стиля и т. д
Отражение художественными средствами в форме оборудования его функционально-технического назначения	Отражение в форме функции оборудования и эргономических признаков.
	Выявление в форме технологии изготовления оборудования и специфики применяемых материалов.
	Информативность формы оборудования и его элементов
Достижение целостности формы оборудования с помощью композиционных средств	Объемно-пространственная структура и тектоника формы.
	Ритмическое построение, пластика, пропорциональность, масштабность форм оборудования и его элементов.
	Цвет и фактура поверхности.
	Графическое решение символов, знаков, указателей, текстовых

	таблиц и т. д.
Достижение эстетически выразительного внешнего вида оборудования с высоким качеством исполнения поверхностей и промышленной графики	Тщательность выполнения видимых элементов формы.
	Качество защитно-декоративных покрытий.
	Выполнение художественно-графических элементов.
	Рациональность конструкции и красивый внешний вид упаковки.
	Информативность рекламно-сопроводительной документации, а также выразительность ее графического и цветового решения

Первые нормативные документы по выбору показателей качества номенклатуры потребительских свойств товаров народного потребления были разработаны и утверждены в еще в 1979 г. Типовая номенклатура потребительских показателей качества приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Типовая номенклатура потребительских показателей качества товаров

Группы	Показатели
Показатели социального назначения	Общественная целесообразность выпуска товаров Социальный адрес и потребительский класс (типаж) товаров Соответствие товаров оптимальному ассортименту
Функциональные показатели	Совершенство выполнения основной функции Универсальность применения Совершенство выполнения вспомогательных операций
Показатели надежности	Безотказность Долговечность Ремонтпригодность Сохраняемость
Эргономические показатели	Гигиенические Антропометрические Физиологические и психофизиологические Психологические
Эстетические показатели	Информационная выразительность Рациональность формы Целостность композиции Совершенство производственного исполнения и стабильность товарного вида
Экологические показатели	Содержание в воздухе вредных примесей, выбрасываемых в окружающую среду при пользовании изделием
Показатели безопасности потребления	Электрическая прочность изоляции бытовых приборов Эффективность действия защитных устройств и др.

В соответствии с ГОСТ качество продукции определяется как совокупность свойств, которые обуславливают ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением.

Объективная оценка потребительских свойств товаров народного потребления может быть дана при построении иерархической структуры их качества. Согласно этому принципу, составляющие качество свойства членятся по уровням в зависимости от способностей этих свойств удовлетворять потребность. На первом уровне располагаются функционально-целевые потребительские свойства, на последующих те, которые составляют функционально-конструктивную основу изделия. Многие из свойств нижнего уровня определяют эффективность потребления. Особенность их

проявления заключается в том, что они могут влиять на эффективность потребления непосредственно, косвенно или при комбинированном действии. Так, показатель унификации, казалось бы не интересующий потребителя, влияет на цену изделия, его ремонтпригодность, да и на эстетические свойства. Поэтому в целях обеспечения высокого качества изделий необходимо не только учитывать потребительские свойства вообще, но и выявлять их многообразные прямые и косвенные связи.

При проектировании объектов техники, рабочих мест, изделий культурно-бытового назначения должен соблюдаться основной принцип художественного конструирования – комплексный учет всех требований. В любом изделии польза, удобство и красота связаны неразрывно. Красота создается с первых этапов проектирования и при условии, когда форма вещи строится на основе ее объективной зависимости от функции, конструкции, материала, технологии и других факторов.

Художественное конструирование предусматривает работу художника-конструктора совместно с исследователем, конструктором, технологом и другими специалистами на всех стадиях проектирования начиная с подготовительного этапа. Только при этом условии участие художника-конструктора в проектировании нового объекта будет эффективным и только в этом случае может быть обеспечено высокое его качество.

4.2. Принципы, организация и этапы проектирования

В работе над формой художник-конструктор должен учитывать объективные закономерности формообразования. Форма любого предмета зависит от множества условий. Как было уже отмечено, она должна соответствовать функциональному назначению, конструктивной основе изделия, применяемым материалам и технологии его изготовления, отвечать эстетическим требованиям. Но среди всех факторов, оказывающих влияние на форму, выделяют наиболее важный – функциональное назначение изделия.

Требования к создаваемым человеком разнообразным изделиям дифференцируются в зависимости от назначения последних. Станок, трактор создаются для удовлетворения утилитарных потребностей, и их технические функции являются определяющими. Основная цель создания товаров массового спроса – удовлетворение бытовых нужд, а изделий художественной промышленности – удовлетворение эстетических потребностей. Проектируя любое изделие, художник-конструктор должен обеспечить не только полезность вещи, но и сделать ее красивой, соответствующей стилю, моде, эстетическим вкусам. Разнообразие же назначений изделий – от чисто утилитарных до эстетических – обуславливает различные подходы и приемы их проектирования. При этом в творческой работе художника-конструктора важно правильно оценивать соотношение утилитарных и эстетических требований, т.е. пользы и красоты, в одном предмете.

Взаимосвязь красоты и пользы может быть раскрыта исследованием законов творчества, процессов производства и потребления вещей. Такое исследование выполнено М. В. Федоровым и Ю. С. Сомовым.

Все разнообразные формы в природе (человек их не создает) отличаются красотой, основанной на объективных законах формообразования, отражающей внутреннюю гармонию мира. Красотой отличаются и творения человека. В одних случаях ее обеспечивают точный расчет, учет конструктивно-технологических, эргономических требований к изделию. Главным создателем красоты является инженер. Так, красивыми могут быть искусственный алмаз, фактура полированного металла и т.д. В других случаях, например, когда нельзя применить расчеты, красоту создает художник, который, опираясь на профессиональные знания и развитое эстетическое чувство, придает своим творениям эстетически совершенную форму. Такова красота ювелирных изделий, тканей, декоративной керамики и других вещей, форму, материал, фактуру, цвет и другие свойства которых художник сознательно подчиняет своему эстетическому замыслу.

Деятельность художника-конструктора распространяется от изделий чисто технических до декоративно-прикладных. Иначе, он имеет дело с множеством типов изделий, для которых соотношение утилитарных и эстетических требований неодинаково. Но несмотря на это, польза и красота изделий при художественном конструировании всегда понимаются только в неразрывном единстве.

Неодинаковое соотношение утилитарных и эстетических требований к предметам обуславливает различный подход к методике их проектирования. В тех случаях, когда основное значение имеют функциональные требования (например, станки или ручной инструмент), при проектировании должен преобладать функциональный подход, но с соблюдением композиционно-стилевых требований к данному изделию. Красота таких изделий порождается, как уже было отмечено, совершенством конструкции, хорошим их функционированием.

При проектировании изделий, эстетические требования к которым преобладают (сувениры, многие изделия культурно-бытового назначения), начинает возрастать, а иногда становится главным художественный поиск формы, следование стилю и моде. Но при этом нельзя пренебрегать техническими факторами формообразования, особенностями технологии производства изделий, свойствами материалов.

Итак, для различных изделий польза и красота выступают в разнообразных соотношениях, а это требует в каждом конкретном случае определенного подхода при решении задач проектирования.

Общие положения

Процесс проектирования представляет собой последовательное выполнение операций от исходной {получения заказа на разработку} до дизайнерского проекта.

Основным фактором, который определяет процесс проектирования, является цель проекта. От нее зависит содержание и направление работы художника-конструктора, применяемые в процессе работы методы и средства. В качестве цели проекта выступают свойства и функции изделий, необходимые обществу. Художнику-конструктору необходимо спроектировать вещь такой, чтобы по полезности она превосходила свои аналоги.

Процесс проектирования имеет организационные формы. Он расчленяется на этапы, для каждого из которых ставятся свои задачи. Результаты этапов оформляются соответствующей нормативной документацией и материалами.

В соответствии с [ГОСТ 2.103-2013 Единая система конструкторской документации \(ЕСКД\). Стадии разработки](#) установлено пять основных стадий проектирования промышленных изделий. Всем стадиям инженерного проектирования соответствуют определенные этапы художественного конструирования, которые вместе образуют единый процесс создания промышленных изделий (см. таблицу 3.3).

- предварительный анализ и разработка технического задания;
- разработка художественно-конструкторских предложений;
- разработка эскизного художественно-конструкторского проекта;
- разработка технического художественно-конструкторского проекта;
- рабочее проектирование.

При инженерном или техническом проектировании разрабатывается материальная основа изделия, а при художественном конструировании эта основа наделяется удобством пользования и красотой. Имея другие задачи, оно, таким образом, отличается от инженерного проектирования.

Таблица 4.3 – Содержание этапов художественного конструирования

Стадии инженерного проектирования	Этапы художественного конструирования изделий		Результаты работы художника-конструктора	
1	2		3	
Техническое задание	Разработка технического задания:	Предварительный анализ проектной ситуации	Техническое задание	
		Формулировка художественно-конструкторской проблемы		
		Составление технического задания на проектирование		
Техническое предложение	Разработка художественно-конструкторских предложений:	Исследования по соответствующим проблемам социологии, эргономики, типологии с целью получения необходимых данных для проектирования изделия	Художественно-конструкторские предложения:	Данные предпроектных исследований
		Определение требований технической эстетики и эргономики к разрабатываемому изделию		Требования технической эстетики и эргономики к изделию
		Определение художественно-конструкторской задачи		Формулирование художественно-конструкторской задачи
		Разработка предварительных вариантов художественно-конструкторских предложений		Варианты компоновочных схем изделия
		Согласование художественно-конструкторских предложений		Художественно-конструкторские предложения
Эскизный проект	Разработка эскизного художественно-конструкторского проекта:	Анализ и выбор вариантов художественно-конструкторских предложений	Эскизный проект:	Варианты художественно-конструкторских предложений
		Изучение конструкций, материалов и технологии изготовления изделий		Данные о конструктивных решениях, свойствах материалов и технологии
		Разработка эскизных вариантов изделия в графике и в объеме (с учетом данных эргономики и др.)		Эскизы и поисковые модели изделия
		Анализ и выбор эскизных вариантов		Окончательный вариант эскизного решения изделия
Технический проект	Разработка технического художественно-конструкторского проекта:	Окончательная компоновка изделия	Технический художественно-конструкторский проект:	Компоновочные чертежи
		Художественно-конструкторская проработка формы		Чертежи внешнего вида изделия
		Разработка сложных поверхностей		Эскизы узлов внешней формы
		Выбор конструкторских и отделочных материалов		Эскизы сложных поверхностей
		Моделирование и макетирование		Модель или макет изделия
		Оформление проекта		Пояснительная записка
		Согласование технического проекта		
Разработка рабочей конструкторской документации	Рабочее проектирование:	Разработка теоретических чертежей сложных поверхностей	Рабочие чертежи:	Теоретические чертежи сложных поверхностей
		Разработка чертежей узлов и деталей		Чертежи узлов и деталей, наиболее существенных для внешнего вида изделия
		Согласование рабочей документации		

Участие художника-конструктора в проектировании особенно важно в начале работы – на этапах предпроектного анализа и разработки художественно-конструкторских предложений, т. е. когда рождаются идея и замысел будущего изделия. На последующих этапах замысел развивается и реально воплощается в проекте.

Приведенные выше этапы проектирования характерны для более сложных изделий, таких как станки, машины, приборы, фотоаппараты, пылесосы, телевизоры, мебель и т. п. Проектирование ряда других изделий требует меньшего количества специалистов, однако общий организационный принцип остается примерно таким же.

Рассмотренная методика художественного конструирования касается промышленных изделий. В последнее время в советском художественном конструировании все большее значение приобретают проблемы проектирования комплексных и системных объектов, которые привели к формированию особого направления отечественного дизайна («системного дизайна», или «дизайна систем») с достаточно специфическими средствами и методами работы, требующими в известной мере переосмысления традиционных. Однако «системному дизайну» нельзя противопоставлять так называемый «штучный», так как в действительности есть единичные элементы предметного комплекса и элементы, входящие в комплексы. Но комплексы не существуют вне вещей. Нет также и отдельных изолированных от среды и человека вещей. Поэтому рассматривая проектирование вещи и комплекса, нельзя утверждать, что в первом случае художник-конструктор не учитывал комплекса, в который вещь входит как часть целого, а во втором – отдельных вещей. В художественном конструировании системный подход является основой также при разработке и отдельных вещей, хотя в период их разработки весь комплекс не проектируется.

4.3. Оценка объектов и результатов проектирования

Экспертиза потребительских свойств изделий культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода – важная область художественно-конструкторской деятельности. Она направлена на повышение качества выпускаемой продукции и является одним из элементов системы управления качеством.

Экспертиза потребительских свойств изделий включает два этапа – анализ потребительских свойств и их оценку.

Анализ потребительских свойств рассматривается как комплексный процесс и проводится на основе рассмотрения изделия в системе «человек – изделие – среда», включения его в совокупность функционально взаимосвязанных предметов, пооперационного рассмотрения всего процесса использования человеком и выявления взаимосвязи функции и формы изделия с учетом прогнозируемого уровня качества. Проводится анализ с целью выявления достоинств и недостатков изделия для последующей оценки уровня качества. Его выполняет группа квалифицированных экспертов.

Анализ может быть полным или комплексным, когда рассматривается вся совокупность потребительских свойств изделия на основе оценки каждого единичного показателя качества, и оперативным, или экспресс-анализом, когда рассматриваются основные групповые показатели свойств (единичные рассматриваются лишь в необходимых случаях).

На первом этапе изучаются представленное изделие и материалы к нему. Эксперты знакомятся с технической документацией, другой имеющейся информацией и выясняют особенности функционирования изделия и его аналогов в системе «человек – изделие – среда», анализируют условия производства, сбыта и потребления, тенденции развития изделий данного вида и назначения.

На втором этапе выбираются критерии сравнения изделий. Для этого эксперты рассматривают, как функционируют изделия-аналоги в условиях заданной ситуации, какие из них наиболее успешно обеспечивают процесс потребления, устанавливают потребительскую ценность аналогов по эффекту потребления и по основным группам потребительских свойств. Выявив систему ценностной ориентации потребителей и требований к изделиям анализируемого вида, эксперты формируют ценностные меры и шкалы в виде базовых образцов и базовых показателей. Базовые образцы по уровню их потребительской ценности ранжируются на лучшие, хорошие, удовлетворительные и плохие.

Базовые ряды могут быть сформированы отдельно для каждой группы потребительских свойств.

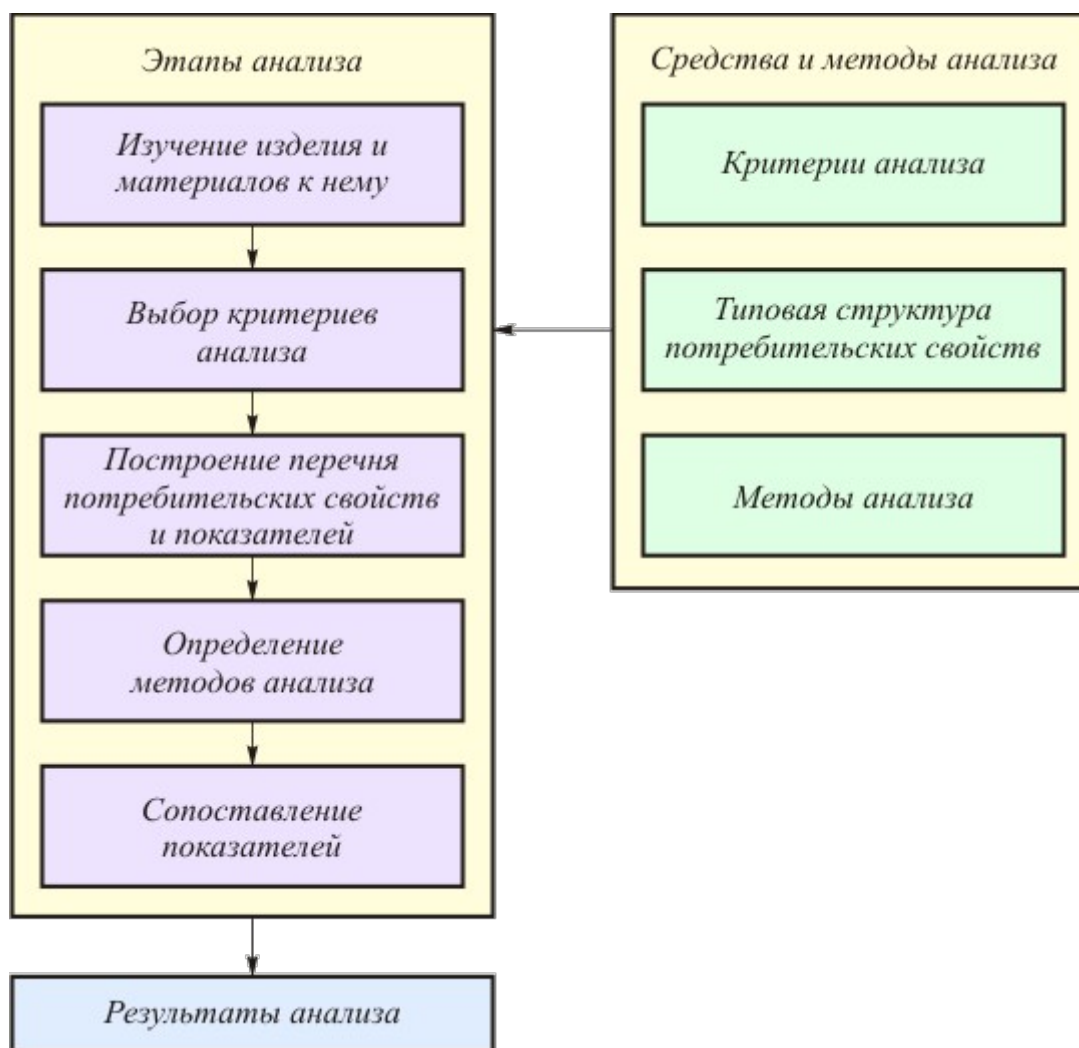


Рисунок 4.1 – Основные этапы анализа потребительских свойств изделия

На третьем этапе экспертами составляется развернутый перечень потребительских свойств и показателей, необходимых для проведения сравнительного анализа. В зависимости от потребностей потребительские свойства и показатели качества товаров подразделяются на группы. Каждой группе свойств соответствует определенная группа показателей качества. Разработка их производится экспертами на основании изучения исходной ситуации и типовой номенклатуры свойств и показателей качества с соответствующим членением по иерархическим уровням. Для отдельных групп изделий некоторые анализируемые свойства в зависимости от их весомости могут быть введены дополнительно, объединены с другими или исключены, т. е. определенным образом перегруппированы. Например, в отдельных случаях экологические показатели и показатели безопасности потребления могут быть включены в группу эргономических, а гигиенические – вынесены в отдельную группу. Для технически сложных изделий возрастает значимость

эргономических показателей, для ювелирных – эстетических, для изделий легкой промышленности – фактора морального старения и т. п.

На четвертом этапе выбираются методы проведения анализа каждой группы и конкретных потребительских показателей качества изделий. Они должны соответствовать принятым в головных министерствах и ведомствах. Если принятых методов нет, то они должны заимствоваться для аналогичных изделий, выпускаемых смежными отраслями. Исходя из выбранных методов анализа, устанавливаются средства для испытаний и измерения значений показателей.

На пятом этапе проводится сопоставление потребительской ценности изделия с установленными ценностными и количественными характеристиками базовых показателей отдельно по каждой группе потребительских показателей качества.

Порядок анализа отдельных групп потребительских показателей качества изделий рекомендуется следующий .

Вначале рассматривается группа социальных показателей, затем функциональные и эргономические показатели качества и в конце – эстетические с учетом результатов предшествующего анализа.

При анализе определяется социальная целесообразность выпуска изделий, которая обусловлена общественной потребностью в них, наличием аналогов, нормами потребления и т. д. Учитываются также соответствие изделий их оптимальному ассортименту и классу, объективные требования и ограничения при производстве и потреблении.

Функциональные свойства анализируются на основе тщательного рассмотрения процесса потребления изделия. В первую очередь оценивается основная функция, выполняемая данным изделием, а также дополнительные. Кроме того, выявляются необходимые вспомогательные операции, от которых зависит результат конечного потребления изделия (транспортировка, установка, управление, хранение изделия и т. д.). При анализе функциональных свойств большое значение придается показателям надежности (если они не вынесены в специальную группу), для оценки которых широко применяются методы, разработанные в теории надежности и квалиметрии (научное направление, объединяющее количественные методы оценки качества).

При оценке эргономических свойств устанавливаются соответствие изделия антропометрическим, физиологическим, психофизиологическим, психологическим и гигиеническим требованиям, удобство пользования им в процессе потребления, а также показатели безопасности потребления.

Более подробный анализ группового показателя покажем на примере оценки эстетического уровня качества изделий культурно-бытового назначения, общие принципы, методы и порядок проведения которого разработаны во ВНИИТЭ .

Эстетический уровень качества определяется на основе типового перечня эстетических показателей, который включает три комплексных основных (информационную выразительность, рациональность формы и целостность композиции), один дополнительный и охватывает три уровня рассмотрения – групповой, комплексные и единичные показатели .

Эстетический уровень качества определяется целостной, комплексной или совмещенной оценкой показателей. В первом случае оценка проводится только на уровне группового эстетического показателя и содержит целостное суждение экспертов. Во втором случае оценивается вся совокупность эстетических свойств на уровне комплексных показателей. При совмещенной оценке "сначала проводится целостная оценка, затем комплексная и результаты их объединяются, поэтому она является наиболее полной и точной.

При небольшом числе изделий нескольких видов эстетический уровень качества определяет малая экспертная группа (3–5 экспертов) на уровне целостной или комплексной оценки, при большом числе различных видов изделий – экспертная комиссия (7–13 специалистов) на уровне целостной или совмещенной оценки.

Критериями оценки служат сложившиеся эстетические представления, нормы и идеалы, а также базовые образцы изделий, из которых эксперты строят базовый ряд. Последний совмещается со шкалой оценки с интервалом от 1 до 5 баллов и служит мерой эстетической ценности изделий.

Целостная оценка эстетического уровня качества изделий малой экспертной группой проводится в одну или две ступени. В первом случае эксперты оценивают групповой эстетический показатель на основе сравнительного анализа изделия и образцов базового ряда. Если отклонение оценки каждого эксперта не превышает $\pm 0,5$ балла от среднеарифметической, то последняя принимается за итоговую. Если такой согласованности нет, то на второй ступени проводится коллективное обсуждение и корректировка оценок первой ступени. Если же и при этом оценки расходятся, решение выносится на основании голосования.

В случае, если необходимо оценить и отдельные эстетические показатели изделия, проводится комплексная оценка, которая включает составление базового ряда, перечня показателей, определение коэффициентов их весомости, сравнительный анализ, оценку группового взвешенного эстетического

показателя и на ее основе итоговую оценку. Если оценки большинства экспертов близки к средней оценке группового взвешенного показателя, последняя принимается за итоговую. Если мнения экспертов расходятся, вопрос выносится на обсуждение и голосование.

Порядок оценки эстетического уровня качества изделий экспертной комиссией показан на рисунке 4.2.

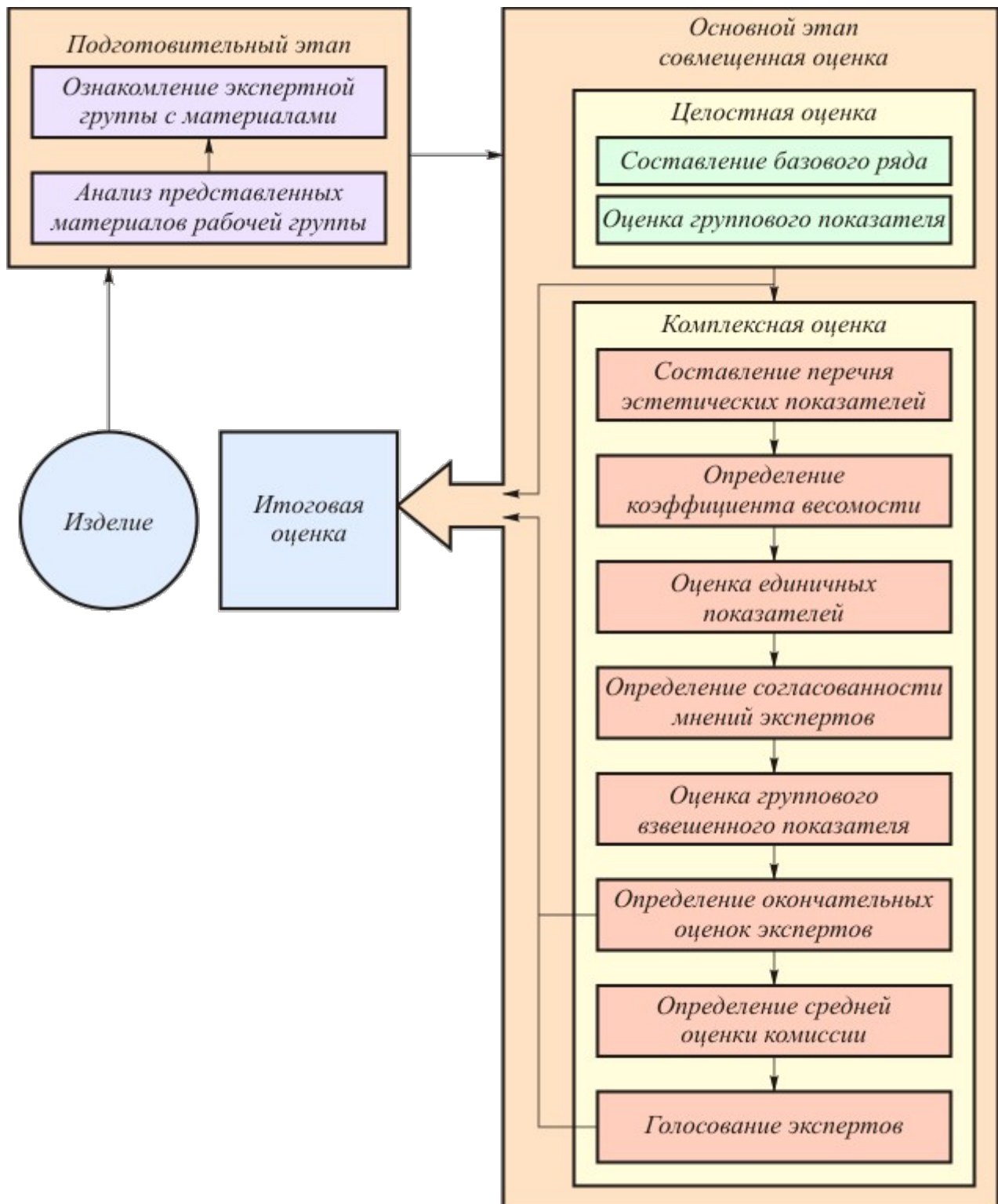


Рисунок 4.2 – Схемы проведения совмещенной оценки эстетического уровня качества промышленных изделий экспертной комиссией

Подготовительный этап оценки осуществляет рабочая группа, которая готовит необходимые материалы и ведет обработку результатов.

На основном этапе проводится целостная, на уровне первой ступени, или совмещенная оценка. Если при первой оценке достигается высокая степень согласованности экспертов (коэффициент вариации $v \leq 0,15$), то среднее значение ее считается окончательным. В противном случае проводится совмещенная оценка. При этом оценки в баллах даются и для единичных эстетических показателей (третий уровень рассмотрения), на основе которых определяются оценки групповых взвешенных показателей, данные каждым экспертом $П_{кi}$. Затем все эксперты сопоставляют результаты целостной и комплексной оценок и определяют свои окончательные оценки групповых взвешенных эстетических показателей качества $По_{ki}$. Окончательная оценка экспертов выводится как среднее арифметическое значение $По_{ki}$. Если при этом согласованность мнений отсутствует, определяется средняя оценка комиссии как среднее арифметическое значение $П_{кi}$. Эта оценка обсуждается и принимается открытым голосованием.

В результате сравнительного анализа, который по каждой отдельной группе показателей проводится специалистами-экспертами, достигается его основная цель – определяется уровень потребительской ценности анализируемого изделия, его достоинства и недостатки, т. е. уровень качества в целом. При этом суждения о ценности каждого отдельного свойства изделия подразделяются по следующим градациям: «превосходят», «равноценны», «уступают», «показатель отсутствует».