

ЛЕКЦИЯ № 1.3. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕКТУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

Всю жизнь нам постоянно приходится соприкасаться с различными объектами. Это физические, биологические, социальные, технические и иные объекты-системы, а также комбинированные системы. Свойства системы не сводятся к сумме свойств отдельных ее элементов и частей. И поэтому, проектирование и эксплуатация этих систем требует знания и составляющих их элементов, и особенностей всей системы в целом, ее вида и назначения.

Дадим характеристику объектов проектирования на примере **технических систем.**

Техническая система — целостная, обладающая определенной структурой совокупность взаимосвязанных средств и предметов труда (элементов).

Она включает такие виды продукции, как изделия (от небольшой гайки до огромных турбин) и сооружения (от мелких построек до крупных транспортных сетей, технических комплексов, промышленных комбинатов). Вне людей технические системы не существуют — людьми разрабатываются, изготавливаются и эксплуатируются, и уже изначально фактически являются частью комбинированных, человеко-технических систем (их еще называют человеко-машинными системами). С техническими системами, их разработкой, производством и эксплуатацией, связана деятельность инженера.

1. Назначение и характеристики разрабатываемых объектов

Технические системы (как и другие объекты) предназначены для удовлетворения разнообразных потребностей людей, причем не только сугубо материальных (физиологических и психофизических), но и духовных. Эти потребности реализуются посредством выполнения системами определенных действий — **функций**, которые заранее заложены как в саму систему, так и в каждый ее элемент. Наряду со словом «функция» часто используется слово «назначение», особенно при рассмотрении не технических объектов.

Выполнение требуемой функции — главная цель и основа разработки технической системы. В тоже время, сама система служит лишь ее материальным носителем, т.е. функция — первична, система — вторична и создается по причине невозможности иными, нематериальными средствами

удовлетворить потребности людей. Так, автомобиль нужен для перевозки грузов и людей (функция — перемещать в пространстве, создан вследствие нереальности перемещения предметов только усилием мысли), назначение ручки — писать, а книги — хранить информацию и т.д.

Технические системы, создаваясь людьми, должны впоследствии содействовать совершенствованию и самих людей, и, следовательно, обладать гуманистической направленностью, нести наряду с физической не менее важную социально-духовную функцию. Такое воздействие ведет, в свою очередь, к росту технической культуры и, как результат, к дальнейшему прогрессу техники. Техническая система как элемент человеческой культуры, способствующий духовному, нравственному и эстетическому развитию, — в настоящее время определяющий признак степени совершенства этой системы и уровня развития создавшего ее общества. Показателен девиз одной японской фирмы — «Мы не создаем технику, мы создаем человека». А по внешнему виду и удобству эксплуатации, скажем, автомобиля, ручки или книги можно уверенно судить не только об уровне научно-технического развития общества, где они были изготовлены, но и уровне его культуры и нравственных ценностях.

С целью повышения эффективности и качества реализации главной функции может возникнуть потребность в дополнительных функциях, выполнение которых будет осуществляться этой же системой или введенной в нее новой частью. Такие функции называют вспомогательными или сервисными.

1.1. Физические основы функционирования.

Любая техническая система, прежде всего, является физическим объектом. И правильный выбор принципиальных, т.е. физических, основ функционирования предопределяет ее жизнеспособность и эффективность. Так, сколько бы ни совершенствовали конструкцию самолета с винтомоторным двигателем, он никогда не разовьет сверхзвуковую скорость, не говоря уже о полетах на больших высотах. Только использование другого физического принципа, например, реактивного движения и созданного на его основе реактивного двигателя, позволит преодолеть звуковой барьер.

1.2. Принцип действия технической системы

Принцип действия технической системы — это последовательность выполнения определенных действий, базирующихся на определенных

физических явлениях (эффектах), которые обеспечивают требуемое функционирование этой системы.

Понятие принципа действия используется не только в технике (для физических объектов), но и в других областях — фундаментальных и прикладных науках (например, принцип построения модели, исходные принципы решения задачи), в общественной жизни (например, принципы отбора кандидатов, оказания помощи), экономике (например, принципы налогообложения, исчисления прибыли), культуре (например, художественные принципы). *В основе любой деятельности или работы лежат принципиальные исходные положения (методы, способы, направления).*

1.3. Структура объекта.

Характеристикой геометрического образа технической системы, ее зримого представления служит структура объекта (технической системы), т.е. форма, количество и взаимное положение элементов, частей и тел, составляющих или представляющих рассматриваемую систему-объект.

Понятие структуры объекта отличается от понятия структуры процесса, характеризующего последовательность и состав стадий и этапов работы, совокупность процедур и привлекаемых технических средств, взаимодействие участников процесса.

1.4. Параметры объекта.

Общепринятой основной элементарной характеристикой системы служит параметр, т.е. величина, представляющая определенное физическое, геометрическое или иное свойство объекта и имеющая количественную оценку.

В зависимости от назначения параметры можно подразделить на:

- функциональные,
- объектные
- вспомогательные.

Функциональные параметры характеризуют выполняемую функцию. Эти параметры в процессе проектирования известны, и создание технической системы заключается в разработке объекта с требуемыми значениями функциональных параметров.

Объектные параметры характеризуют материальный носитель функции (объект, устройство, изделие). К ним относятся его геометрические характеристики (размер, форма, взаимное положение, количество), марка и состояние использованных материалов. При этом марка (название) материала выступает как обобщенный параметр, объединяющий в себе данные о составе, условиях изготовления и иных свойствах материала. Обобщенные параметры используются, когда излишняя конкретизация при решении задачи не требуется, либо вызывает потребность в дополнительных специальных знаниях. Однако должна быть ссылка на документ, однозначно раскрывающий содержание обобщенного параметра (например, сталь 45 ГОСТ1050).

Отыскание величин объектных параметров является целью проектирования.

Остальные параметры относятся к группе **вспомогательных параметров**. Они необходимы для обоснования принимаемых решений, характеристики свойств системы и т.п.

Состав параметров, и особенно — вспомогательных, для каждой конкретной системы различен. Это связано с отличиями не только в устройстве отдельных систем, но и в предъявляемых к ним требованиях, условиях применения.

Например, в качестве функциональных параметров лифта (функция — поднимать груз) будут выступать высота подъема и масса груза, объектных — размеры и форма лифта и марки материалов, из которых он изготовлен. Вспомогательными параметрами могут стать скорость подъема, срок службы, запас прочности и т.д., т.е. все то, что использовалось при обосновании принимаемых решений и дополнительно характеризует технические, экономические, социальные и иные свойства изделия.

2. Виды технических систем

В процессе работы технические системы преобразуют:

- энергию и информацию,
- свойство и состояние вещества.

В зависимости от назначения и принципа действия системы подразделяют на:

- машины,

- аппараты
- приборы.

В тех случаях, когда трудно определить принадлежность системы, употребляют понятие устройства или комплекса, как, например, регулирующее устройство, космический комплекс и т.д.

2.1. Машины.

Технические системы, предназначенные для получения или преобразования механической энергии, относят к машинам.

Их основу составляют механизмы, т.е. системы подвижно связанных между собой контактирующих твердых звеньев, совершающих определенные механические движения. Так, к машинам относятся автомобиль (колесная машина), вертолет (лопастная машина) и т.п. Внешне разные машины могут содержать подобные или схожие механизмы. Основные функциональные части машины показаны на рис. 9.

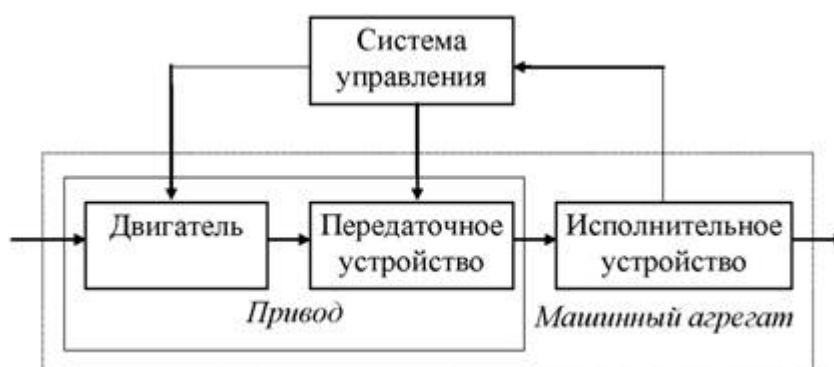


Рис. 9. Машина и ее основные функциональные части

2.2. Аппараты.

Технические системы, предназначенные для получения или преобразования иных видов энергии, относят к аппаратам.

Их примерами могут служить телевизор (телевизионный аппарат, преобразует электромагнитные сигналы в визуально-звуковую информацию), реактор (ядерный или химический реактор, изменяющий посредством реакций свойство и/или состояние вещества) и т.д.

2.3. Приборы.

Технические системы вспомогательного назначения (контроль, управление, измерение, регулирование) относят к приборам.

В зависимости от принципа действия их подразделяют на механические (гироскоп и т.п.), электрические (вольтметр и т.п.), оптические (микроскоп и т.п.) и т.д., а также на приборы комбинированного действия (оптико-электронные приборы и т.п.).

Выполнение машинами вспомогательных функций может вызывать необходимость введения в их состав электрических, оптических и иных устройств, а в состав аппаратов машинные агрегаты и механические конструкции, как, например, дисковод компьютера, стержневая конструкция опоры линии электропередачи. Отличия во вспомогательных функциях у одинаковых по назначению систем придают им индивидуальность.

Как промышленная продукция, технические системы и их элементы в зависимости от характера изготовления по ГОСТ 2.101 подразделяют на следующие виды:

- комплекс — два или более специфицированных (являющихся частями одной, общей системы и входящие в единую спецификацию) изделия, не соединенные на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных функций;
- сборочная единица — изделие, которое состоит из отдельных частей, собирается на предприятии-изготовителе и может рассматриваться как самостоятельная конечная продукция;
- деталь — изделие, изготовленное из однородного по наименованию или марке материала без применения сборочных операций.

3. Параметры разрабатываемых объектов

Параметры подразделяются на входные, внутренние и выходные.

Входные (внешние) параметры отражают внешние требования к объекту, их величины или характер изменения с той или иной точностью известны. Часть этих параметров, существенно влияющих на состояние и характеристики объекта, называют управляющими.

Внутренние параметры характеризуют состояние и свойства самого объекта. Их значения вначале неизвестны и определяются в процессе исследований модели.

Часть входных параметров и рассчитанных внутренних параметров объекта может использоваться в качестве исходных данных для другого, взаимосвязанного, объекта или его модели. Такие параметры называются **выходными параметрами** для рассмотренного объекта и входными — для вновь рассматриваемого.

Например, для объекта «лифт» входными параметрами будут, например, высота подъема и масса груза, срок службы (они задаются, приходят извне), а внутренними, например, диаметр и материал троса, размеры кабины лифта (они определяются, характеризуют объект и вначале неизвестны). Для объекта «шахта лифта» размеры кабины лифта будут входными параметрами и, следовательно, — выходными параметрами для объекта «лифт».

В зависимости от того, что характеризуют параметры — реальный объект или его модель, параметры подразделяют на:

- нормированные
- действительные.

Нормированный параметр — это теоретическое значение, которое характеризует признаки модели. Выражается предельными допустимыми значениями параметра. Изделие, параметры которого будут находиться внутри интервала, образованного этими предельно-допустимыми значениями, считается работоспособным и может использоваться по назначению. Например, длина стержня, указанная на чертеже, составляет 98...104 мм. Это — нормированное значение параметра, а 98 и 104 — предельно допустимые его значения.

Если одно из предельных значений равно нулю или бесконечности, то оно не указывается, а подразумевается. Например, твердость поверхности детали не менее HB180, что означает 180... ∞ ». Или, например, предельная величина поднимаемого груза — до 200кг, что соответствует 0...200.

Действительный параметр характеризует признаки конкретного реального изделия. Его определяют путем испытаний или измерительного эксперимента с точностью, достаточной для контроля этого параметра. Обычно каждое замеренное действительное значение уникально, т.к. его величина зависит от внешних условий, условий изготовления, способа и точности измерения и многих других факторов. С целью повышения достоверности знания значения параметра проводят ряд измерений,

результаты которых будут иметь разброс внутри какого-то интервала. Поэтому действительное значение параметра задают диапазоном. Совпадение действительных значений одних и тех же параметров изделий из их партии возможно только в пределах точности измерения или для целочисленных величин. Например, измерениями была установлена длина стержня 97.98 мм. Это — действительное значение параметра, истинное значение которого лежит внутри диапазона, заданного суммарной погрешностью измерения. Повышение точности измерений сужает данный диапазон.

Для удобства записи используют номинальный параметр (номинальное значение параметра), т.е. такое его значение, которое служит возможным началом отсчета действительных и предельно допустимых отклонений. Субъективно назначается человеком либо является результатом операций с такими же номинальными параметрами. Например, длину стержня, указанную на чертеже, можно записать как 101 ± 3 мм. Здесь 101 — номинальное значение, ± 3 — отклонения, задающие предельные значения параметра (98÷104). В приведенном примере номинальное значение выбрано из середины интервала и, как следствие, отклонения будут симметричными. Если в качестве номинального значения принять «круглую» величину 100, то форма записи данного нормированного параметра примет, например, следующий вид 100^{+4}_{-2} , где +4 — величина верхнего предельного отклонения ($100+4$), -2 — нижнего ($100+(-2)$).

Разброс действительных значений параметров неизбежен. Но изделие считается годным, если действительные значения его параметров попадают в интервал, задаваемый предельными значениями нормируемого параметра. Если величина интервала равна нулю, т.е. указано только номинальное значение нормируемого параметра, то попасть в такой интервал практически невозможно и каждое изделие по этому параметру будет бракованным.

Поэтому в документации (особенно предназначенной для других пользователей — заказчика, исполнителя, покупателя, других специалистов) принято приводить нормированные значения параметров, а не указывать только их номинальные значения.

4. Требования, предъявляемые к проектируемым объектам

Процесс проектирования всегда подчинен необходимости удовлетворения интересов двух групп людей: производителей и потребителей продукции. Каждый производитель стремится получить

максимум выгоды от выпуска и реализации своей продукции. Однако реализация возможна только при условии существования спроса на такую продукцию, т.е. наличия ее потребителя. В свою очередь, каждый потребитель желает с минимальными хлопотами и затратами получить нужный ему товар с максимальными потребительскими свойствами.

Основы удовлетворения обоюдных интересов производителя и потребителя закладываются на этапе проектирования. Здесь окончательно формируется перечень требований к разрабатываемому объекту, которые во многом будут определять направления и особенности ведения разработки и должны учитывать свойства будущей продукции во всем их многообразии и взаимосвязи, на всех этапах жизненного цикла, с учетом перспектив развития науки, техники и общества.

К типовым требованиям к научно-технической продукции относят требования

- функциональные (показатели назначения),
- надежности,
- технологичности,
- стандартизации и унификации,
- ограничения вредных воздействий (эргономичность и экологичность),
- эстетичность,
- экономичность,
- патентно-правовые.

Систематизированный перечень требований представлен на рис.10. При этом существует еще две группы требований, явно не выделяемые, но способные сильно повлиять на принимаемое решение и ход работ. Это — политические цели и морально-этические принципы и устои. Они связаны с общественным сознанием и изучаются соответствующими науками. Часто их учитывают косвенно, предусматривая социальные последствия от внедрения результатов разработки на ближнюю и дальнюю перспективы.

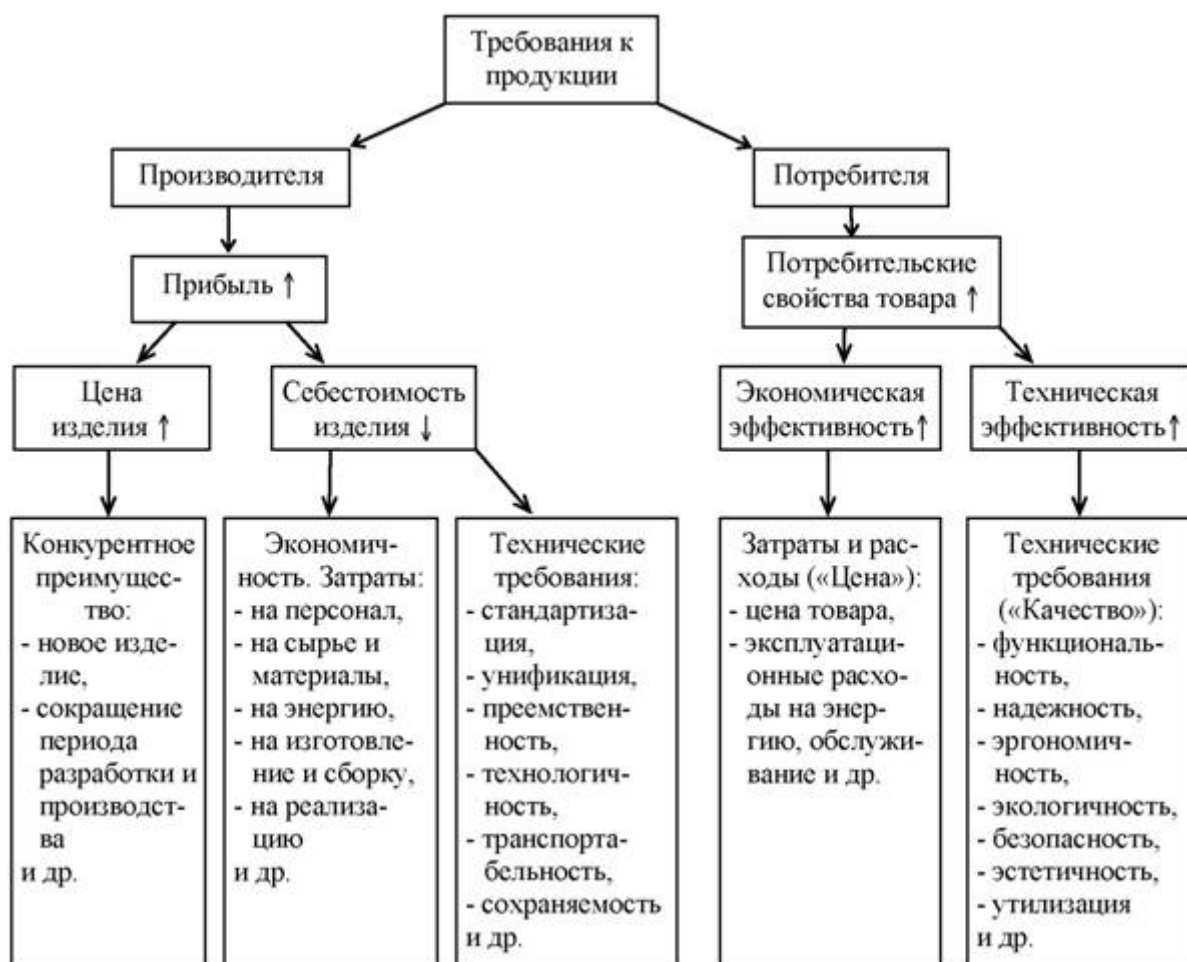


Рис.10. Состав возможных требований, предъявляемых к проектируемым объектам

4.1. Экономические требования

4.1.1. Требования производителя

В большинстве случаев под выгодой производителя подразумевается доход, полученный за всю реализованную продукцию. Выгода может быть нематериальной, например, в виде общественного признания и уважения.

С другой стороны, результативность реализации (востребованность) продукции — это та обратная связь, которая подтверждает правильность поставленной задачи проектирования и эффективность полученного результата. По результатам реализации подводят итог всей проектно-производственной деятельности, принимают окончательные решения о внесении уточнений в проектно-технологическую документацию.

Цена и ценность продукции повышается с ростом ее потребительских свойств. Но уровень их привлекательности определяется не абсолютными показателями, а в сравнении с показателями аналогичной продукции.

Поэтому возможность первым выйти на рынок с новым изделием (при условии, что товар, обладающий новыми свойствами или повышенными показателями, нужен потребителям) означает получение конкурентного преимущества.

Эффект, подобный от создания новых видов продукции, также достигается благодаря сокращению периода времени ее разработки и производства.

Период разработки. Он соответствует отрезку времени от получения задания до момента запуска разработанного объекта в отлаженное производство. Период может минимизироваться (закончить работу как можно быстрее) или выступать в виде определенного рубежа-ограничения (когда необходимо успеть к определенному сроку).

С периодом разработки тесно связаны сроки **морального и физического** устаревания продукции, вызываемые соответственно моральным и физическим износом.

Моральному износу подвержены как уже эксплуатируемые изделия, так и еще разрабатываемая продукция. Данный износ вызывается снижением потребительской стоимости ниже уровня рентабельности производства (невыгодно производить). Это происходит при появлении на рынке аналогичных по функциям, но более дешевых изделий, либо новых изделий, более эффективных, надежных, красивых и т.д., способных выполнять прежние задачи. Моральный износ — следствие научных открытий и изобретений, новых технологий, изменения моды и т.п. Каждому типу изделий соответствует свой срок морального износа. Так, в последнее время новое техническое решение устаревает за 3...8 лет. Например, вычислительная техника — за 3...4 года, металлорежущие станки типа обрабатывающего центра — 5...6 лет, боевой самолет — около 15 лет, пассажирский самолет — порядка 25 лет.

Физический износ связан с ростом затрат на поддержание работоспособности изделия и определяется сроком, после которого последующая эксплуатация изделия становится экономически невыгодна.

Сокращение времени разработки позволяет отодвинуть срок морального устаревания продукции. Ускорение разработки возможно привлечением дополнительных ресурсов (финансовых, материально-технических, людских, но следует быть осторожным, так чтобы затраты на

увеличение ресурсов окупилась последующими доходами) и максимальным внедрением стандартизации, унификации и преемственности.

4.1.2. Требования потребителя

Потребительские свойства товара обобщенно характеризуются двумя показателями, часто условно называемые «Цена» (учитывает все расходы потребителя) и «Качество» (учитывает социально-техническую эффективность приобретенного товара).

Экономические характеристики товара, прежде всего, включают:

- начальные затраты (цена изделия Ц)
- текущие эксплуатационные расходы Р.

Кроме этого необходимо учитывать полезную отдачу (выгоду) П от приобретенного товара. Отдача может быть явной (в случае непосредственного использования товара в коммерческих целях) или косвенной.

Цена изделия закладывается на этапе его проектирования и изготовления и от покупателя практически не зависит (если не принимать во внимание его умение торговаться или воздействовать на соотношение спрос-предложение).

Эксплуатационные расходы в общем случае складываются из следующего:

- стоимость потребляемой энергии, количество и эффективность ее использования (зависят, например, от КПД изделия, энергосберегающих принципов действия, лежащих в основе его функционирования);
- стоимость расходных материалов (например, смазка, элементы питания), запасных деталей и инструмента;
- стоимость обслуживания — плата за обучение правилам эксплуатации изделия, обслуживающему персоналу, охране и т.п.;
- стоимость ремонта и утилизации (затраты на содержание специалистов-ремонтников и гарантийных мастерских, демонтаж изделия и его вывоз на свалку или перерабатывающий завод);

- различные отчисления — страховые, оплата налогов, плата за вредные выбросы, накладные расходы, амортизационные отчисления и другие.

4.2. Проектные и производственные требования

4.2.1. Стандартизация, унификация, преемственность

В различных видах деятельности существуют документы, которые с позиции правовых норм регламентируют общие принципы, правила или характеристики. Это — нормативные документы, охватывающие такие понятия, как стандарты, нормы, правила, своды правил, регламенты и другие подобные документы.

А) Закон РФ «О техническом регулировании» определяет стандартизацию как деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленную на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения и повышение конкурентоспособности продукции, работ, услуг.

Стандартизацию проводят органы стандартизации, наделенные законным правом руководить разработкой и утверждать нормативные документы и другие правила, придавая им статус стандартов. В России компетентными органами в области стандартизации являются ГОССТАНДАРТ России и ГосСтрой. основополагающим нормативным документом по стандартизации ГОССТАНДАРТа России установлена «Государственная система стандартизации» (ГСС).

Стандарт имеет распространение в пределах компетенции органа стандартизации, и соответственно этим пределам различают следующие уровни стандартизации:

1. Международная стандартизация. Органом по стандартизации является ИСО (ISO). Нормативным документом ИСО являются стандарты ИСО.

2. Межрегиональная стандартизация. Охватывает ряд независимых государств (СНГ, ЕЭС). Нормативным документом стран СНГ является межрегиональный стандарт.

3. Национальная стандартизация. Это — стандартизация в пределах одного государства. Нормативным документом по национальной

стандартизации в России установлен государственный стандарт России — ГОСТ Р, в ФРГ — DIN, в Великобритании — BS, и т.д.

4. Правила, нормы и рекомендации в области стандартизации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации.

5. Стандарты организаций — отраслевые стандарты (ОСТ), стандарты предприятий (СТП), стандарты обществ и т.п. Это — низший уровень стандартизации.

Государства стремятся к согласованию национальных стандартов и выпуску международных стандартов (например, стандарт ИСО на допуски и посадки), что упрощает обслуживание и ремонт экспортной продукции, облегчает продвижение товара на внешние рынки.

ОСТы имеют применение в выпускавших их отраслях промышленности. Обычно в виде ОСТов оформляются типовые ситуации, которые после дальнейшей практической проверки и подтверждения своей важности служат основой для выпуска соответствующего ГОСТа.

СТП имеют применение только на выпускавшем их предприятии. Часто оформляются в виде нормалей, которые устанавливают ограничения на применяемую номенклатуру (перечень) деталей, материалов, норм и т.п., что вызывается особенностями снабжения и производства. Требования стандартов предприятий могут быть обязательными и для других предприятий, если между ними существуют договорные отношения, в том числе устанавливающие обязательность исполнений определенного круга стандартов одного из предприятий.

Наряду со стандартами другими нормативными документами, регулирующими отношения в области установления, применения и исполнения требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, являются **технические регламенты**.

Технический регламент — документ, который принят международным договором РФ, ратифицирован и устанавливает обязательные для применения и использования минимально необходимые требования к объектам технического регулирования, обеспечивающие безопасность и единство измерений.

На переходный период, до принятия необходимых технических регламентов, с указанными целями должны применяться соответствующие требования ранее принятых ГОСТ, санитарных и строительных норм и правил (СанПиН, СНиП).

Стандартизация ведет к снижению себестоимости продукции, поскольку:

- позволяет экономить время и средства за счет применения уже разработанных типовых ситуаций и объектов;
- повышает надежность изделия или результатов расчетов, поскольку применяемые технические решения уже неоднократно проверены на практике;
- упрощает ремонт и обслуживание изделий, так как стандартные узлы и детали — взаимозаменяемые (при условии, что сборка осуществлялась без пригоночных операций).

Различают стандартизацию конструктивную и технологическую. **Конструктивная стандартизация** подразумевает использование стандартных конструктивных решений параметров, деталей и узлов. **Технологическая стандартизация** основана на применении стандартного инструмента и оборудования, технологического процесса.

Стандартизации конструктивная и технологическая взаимосвязаны. На этапе проектирования уровень технологической стандартизации можно повысить следующими способами:

- номинальные размеры деталей должны соответствовать размерам, получаемым при использовании стандартного инструмента (диаметры и шаги резьбы, модули зацепления, радиусы галтелей и т.д.), либо величинам из ряда предпочтительных чисел (поскольку, например, диаметры сверл тоже соответствуют таким значениям);
- посадки и отклонения размеров деталей должны быть стандартными. Это особенно касается сопряжений стандартных деталей (например, подшипников качения) и назначения допусков на отверстия (в целях применения стандартных сверл);
- назначать материалы со стандартными значениями параметров (состав, физикохимические свойства);

- применять стандартные формы и параметры технологических элементов — фасок, галтелей, проточек, — получаемые типовым инструментом.

Б) Унификация — это устранение излишнего многообразия посредством сокращения перечня допустимых элементов и решений.

Унификация в процессе конструирования изделия — это многократное применение в конструкции одних и тех же деталей, узлов, форм поверхностей. Унификация в технологическом процессе — это сокращение номенклатуры используемого при изготовлении изделия инструмента и оборудования (например, все отверстия одного или ограниченного значений диаметров, все обрабатывается только на токарном станке, применение одной марки материала). Унификация позволяет повысить серийность операций и выпуска изделий и, как следствие, удешевить производство, сократить время на его подготовку. С другой стороны, унификация ведет к увеличению габаритов, массы, снижению КПД и т.п. вследствие не всегда оптимальных значений используемых параметров и изделий. Поэтому целесообразность повышения степени унификации должна подтверждаться, например, на основе сравнения разных вариантов технических решений и соответствующего им соотношения затрат и выгод.

Существуют следующие направления создания унифицированных конструкций (МЕТОД КОНСТРУИРОВАНИЯ):

- метод базового агрегата
- компаундирование. Увеличение производительности изделия достигается параллельным присоединением и одновременной работой ряда однотипных изделий. Например, подключение дополнительных насосов, установка второго двигателя (а не увеличение мощности прежнего);
- модифицирование;
- агрегатирование (принцип модульности).

Крупнейший менеджер в области автомобилестроения Ли Якокка писал: «Разработка нового автомобиля («Мустанга» фирмы «Форд») с нуля обошлась бы нам в 300–400 миллионов долларов (в ценах начала 60-х годов). Эту проблему можно было решить, используя компоненты, содержащиеся в уже выпускаемых автомобилях. Двигатели, трансмиссии и оси для «Фэлкона» уже существовали, и если бы нам удалось приспособить их, то не

пришлось бы начинать с пустого места. В этом случае разработка обошлась бы нам всего в 75 миллионов долларов.

В) Преемственность — это продолжение использования в новом изделии элементов еще выпускающегося или уже выпускавшегося изделия с сохранением прежней технологии их производства.

Преемственность значительно сокращает сроки и затраты на технологическую подготовку производства и проведение испытаний новой конструкции, повышает ее надежность (благодаря применению уже проверенных в эксплуатации частей). Она особенно эффективна при выпуске продукции, требующей специальной технологической подготовки, т.е. изготовления специального инструмента и приспособлений, наладки оборудования (это обычно связано с поточным производством). Преемственность позволяет постепенно, без больших затрат перейти на выпуск новой сложной продукции.

4.2.2. Технологичность

Возможность изготовления изделия — обязательное условие реализуемости конструктивного решения. Технологичность же заключается в возможности выпуска изделия (изготовления и сборки с заданным уровнем качества) с наименьшими производственными затратами и в кратчайшие сроки. Технологичность закладывается в конструкцию при соответствующем назначении параметров деталей (материала, размеров и их отклонений, шероховатости и т.п.), форм и взаимного расположения поверхностей их элементов. Технологичность базируется на стандартизации, унификации и преемственности. Во многих случаях только возможности технологии (воплощающей в себе достижения науки и техники) позволяют достичь уникальных результатов и высоких потребительских свойств.

Технологичность — понятие относительное, на нее влияют место изготовления, серийность, доступное оборудование, привлекаемый персонал, развитость межхозяйственных связей и многое другое.

4.2.3. Транспортабельность

Транспортабельность — это свойство изделия, позволяющее с минимальными затратами перемещать его в пространстве (внутри производственных цехов, от производителя к продавцу и, далее, к потребителю). Сложности с транспортировкой возникают у изделий

громоздких и тяжелых, чувствительных к перемещению (хрупких, высокоточных и т.п.).

Размеры и формы изделия должны проектироваться, в том числе, под возможный способ его доставки на место назначения, что подразумевает:

- ориентацию на определенный вид транспорта;
- если габариты уменьшить нельзя, то конструкцию выполняют составной с последующей сборкой на месте эксплуатации посредством простых монтажных операций (принцип агрегатности) и с минимумом затрат на регулировку;
- обеспечение жесткости и виброустойчивости;
- введение специальных частей для стопорения изделия и осуществления погрузочно-разгрузочных (такелажных) работ;
- защиту полостей и выступающих частей, предохранение от коррозии;
- создание соответствующей упаковки.

4.2.4. Сохраняемость

Сохраняемость — это способность изделия не зависеть (быть защищенной) от неблагоприятных воздействий внешней среды (климатических, случайных или преднамеренных). Достигается нанесением покрытий или использованием упаковки (тары). Форма изделия должна обеспечивать минимальные габариты и простоту формы тары, возможность легкого удаления защитных покрытий, необходимую степень герметичности и использования объема внутри тары.

4.3. Эксплуатационные требования

4.3.1. Функциональные требования

Функциональные требования (показатели назначения) характеризуют наиболее важные свойства товара, способность использовать его по назначению. Эти требования можно разделить на следующие группы:

- требования производительности. Включают показатели необходимой мощности, грузоподъемности, развиваемой скорости и другие, которые характеризуют выполняемую функцию;

- требования эффективности. Характеризуют степень эффективности использования изделия по назначению, например, показатели энергетические (КПД, потери), кинематические (точность перемещения), силовые (стабильность нагрузки) и т.п.;
- конструктивные требования. Характеризуют достоинства выбранной конструкции, например, масса и габариты.

Функциональные требования обязательно должны присутствовать в ТЗ. Часто их приводят в виде относительных величин (например, удельный момент T/m редуктора, равный отношению крутящего момента на выходе редуктора к его массе).

4.3.2. Надежность

Надежность — это свойство изделия сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, которые характеризуют способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Степень надежности закладывается на этапах проектирования, изготовления и сборки.

С течением времени значения параметров изменяются. Если изменения некоторых параметров превышают допустимые пределы, то первоначально исправное изделие, состояние которого соответствовало всем требованиям проектной документации, становится неисправным. При этом, если показатели назначения остались в установленных пределах (изделие и дальше способно выполнять заданные функции), то состояние оценивается как работоспособное. Событие, которое вызвало нарушение исправного состояния изделия при сохранении его работоспособности, называется повреждением. Так, например, изделие может быть работоспособным, но неисправным при ухудшении внешнего вида, не препятствующем его дальнейшему применению по назначению.

В случае наступления отказа изделие переходит в неработоспособное состояние. Примерами отказов могут служить значительное падение КПД изношенной машины, поломка зуба шестерни, недопустимое ослабление затяжки резьбовых соединений, повреждение сосуда коррозией. Возможно восстановление работоспособности изделия.

Повысить надежность проектируемого изделия можно комплексом мер, основными из которых являются следующие:

- уточнение характера и законов распределения входных параметров;
- применение уточненных математических моделей и методов расчета, учитывающих вероятностную природу реальных объектов;
- упрощение конструкции (чем меньше элементов, тем выше надежность изделия);
- применение стандартных и покупных элементов с известной (стабильной и проверенной на практике) надежностью;
- снижение нагрузки, работа на неполную мощность, повышение коэффициентов запаса;
- создание избыточности:

- резервированием (дублированием) элементов. Например, при введении параллельно основному элементу (детали) m дополнительных,

$$P = 1 - \prod_{i=1}^m (1 - P_i)$$

надежность такого узла составит . Если $m=3$, $P_i=0.9$, то в итоге $P=0.999$. Дублирующие элементы могут находиться в облегченном или ненагруженном режиме работы. В последнем случае надежность будет выше, при условии, что надежность подключения дублирующего элемента очень высока. Часто машины резервируют с восстановлением, т.е. в процессе работы дублирующего элемента проводится ремонт основного;

- резервированием системы. Одним из методов служит создание резервных цепей (потоков мощностей или дублирующих технических систем).

4.3.3. Эргономичность

На основе сочетания возможностей человека и машины эргономичность содействует созданию изделий с высокими социальными результатами: сохранение здоровья людей посредством повышенного удобства эксплуатации, всестороннее развитие человеческой личности (человек — не придаток машины, а машина — помощник человека, глубже реализующая его способности), обеспечение высоких потребительских свойств и эффективности деятельности человека.

Важной является задача не подгонять проектируемый объект под человека, а сразу проектировать человеко-машинную систему. Выделяют следующие эргономические свойства изделий:

- управляемость — распределение функций человеко-машинных систем в соответствии с психофизиологической структурой деятельности человека, уменьшение напряженности человека при большой эффективности управления, соответствие ритмов трудовых процессов;
- обслуживаемость — соответствие конструкции изделия оптимальной психофизической структуре человека в процессе эксплуатации, обслуживания и ремонта;
- освояемость — способность быстрого приобретения навыков по управлению изделием;
- обитаемость — приближение условий функционирования к биологически оптимальным параметрам внешней среды, при которых человеку обеспечиваются оптимальное (нормальное) развитие, хорошее здоровье и высокая работоспособность, уменьшение или ликвидация вредных последствий для окружающей среды при эксплуатации изделия.

Эти свойства проистекают из следующих эргономических показателей:

- социально-психологические — соответствие конструкции изделия характеру взаимодействия человека и машины;
- психологические — соответствие изделия возможностям и особенностям восприятия, памяти и мышления человека;
- физиологические и психофизиологические — соответствие изделия физическим возможностям человека;
- антропологические — соответствие изделия размерам и форме человеческого тела, распределения его веса;
- гигиенические — требования охраны труда, обеспечение здоровых условий работы.

Изделие должно быть эргономичным не только в процессе эксплуатации, но и в процессе изготовления и сборки. Так, для облегчения транспортировки должны быть предусмотрены, например, крюки как у изделия в целом, так и у его наиболее громоздких частей.

4.3.4. Безопасность

Безопасность предусматривает исключение возможных несчастных случаев при нормальной и неквалифицированной работе, при случайных действиях человека и воздействии внешней среды, в аварийных и экстремальных ситуациях, а также в процессе изготовления изделия (на обычном и, особенно, опасном производстве). Проверка на безопасность в процессе проектирования ведется в следующих направлениях:

- что произойдет, если изделие или его часть выйдут из строя, как предохранить или минимизировать последствия для окружающих объектов и людей;
- что произойдет, если управляющий работой изделия или же случайно оказавшийся рядом человек предпримет по отношению к изделию те или иные действия («защита от дурака»);
- что произойдет, если изменятся условия эксплуатации (скачек мощности, резкое торможение и т.п.), внешние условия (рост температуры, изменение влажности) и т.п.

Безопасность повышается при установке или встраивании систем предохранения, блокировки, предупреждения и т.д.

Безопасность подразумевает безопасность самого изделия и используемых расходных материалов, пожаро- и электробезопасность, отсутствие токсичности, учет особенностей работы (высокая температура, давление) и т.д.

Изделие должно быть безопасным в течение всего жизненного цикла и установленного срока службы. При этом Декларация Генеральной Ассамблеи ООН 1985 г. предусматривает, что изделия, предназначенные для потребления отдельными гражданами, должны быть безопасны не только при обычных условиях их использования по назначению, транспортирования, хранения и утилизации, но также и при любом ином разумном использовании.

4.3.5. Экологичность

Экологичность характеризует приспособленность разработанного изделия к сосуществованию с окружающей природой и средой обитания живых организмов, к обмену с ними:

- энергией (например, отдача в окружающее пространство тепла),

- веществом (например, засорение среды продуктами износа, утечками смазочных масел)

- сигналами (например, издавание свиста, шума).

Изделие также должно быть экологичным в процессе производства и утилизации: безвредные отходы, технологические процессы, расходные материалы. Идеальным является изделие, полностью изолированное от внешней среды или работающее по замкнутому циклу (по отношению к отходам и потерям).

4.3.6. Эстетичность

Эстетичность характеризует проявление прекрасного во внешних образах изделия. Обеспечивает социальную эффективность новой продукции. С другой стороны, по степени изящности изделия судят о степени совершенства самой конструкции. Известно высказывание одного крупного конструктора о том, что красивое изделие может и не быть надежным, но безобразное — наверняка неработоспособно.

Эстетичность достигается методами дизайна, цель которого — включить разрабатываемое изделие в круг вещей как элемент человеческой культуры, расширить его функции не только на удовлетворение материальных потребностей, но и на потребности духовной жизни, достичь единства формы (художественного восприятия) и содержания (функционального назначения и технической целесообразности).

Раньше художник и конструктор были в одном лице, и внешний облик рождался стихийно, как проявление интуиции и вкуса конструктора. С конца 19 века дизайн стал развиваться как отдельное направление деятельности. «Уродливое плохо продается» — было лозунгом, под которым на заводах создавались первые дизайн-студии.

В дизайне выделяют два направления:

- стилизм. Здесь главное — внешний вид изделия, который может создавать иллюзии изменения потребительских свойств, привлекать внимание покупателей. Исследования показывают, что порядка 60% новизны (удовлетворения потребностей в новых технических решениях) вносится только за счет дизайнерских решений;
- функционализм. Здесь все подчинено эффективности функционирования, «форма следует за функцией». Направление

базируется на хорошем знании принципов конструирования и технологичности, которые и определяют будущие формы разрабатываемого изделия.

4.3.7. Утилизация

Утилизация характеризует способы ликвидации изделия по завершении его эксплуатации. Включает два основных этапа: демонтаж и утилизация.

На этапе демонтажа возможны разборка изделия на части или удаление его целиком. Обычно разборка предусматривается с целью удобства последующего транспортирования, либо извлечения из изделия деталей и узлов (впоследствии используемых в качестве запасных частей), либо разделения на однородные фракции (неметаллы, черные и цветные металлы и т.д. для удобства реализации как вторичного сырья).

Требования утилизации должны предусматривать, где и как будут собраны, а затем переплавлены, или захоронены, или уничтожены и т.д. отдельные части или все изделие в целом при целенаправленных действиях, а также при неорганизованных, но удобных для потребителя поступках. Наиболее целесообразно выведение изделия из эксплуатации, используя его в качестве вторичных ресурсов (для той же или других областей промышленности и хозяйства), т.е. чтобы жизненный цикл был замкнутым (сырье- производство- эксплуатация- утилизация- сырье-...). В ином случае изделие должно самоуничтожаться естественным образом, не нарушая экологии.