

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ВОЛЖСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Багайсков Ю.С.

Особенности инженерного проектирования
промышленной продукции в условиях рыночной
экономики

Учебное пособие



Волжский
2021

УДК 62(07)
ББК 30я73
Б 14

Рецензенты:
филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г.Волжский,
профессор кафедры «Фундаментальные дисциплины», д.ф.-м.н.
Кульков В.Г.;
ООО «Маштехсервис», заместитель директора по науке, к.т.н.
Мироседи А.И.

Издается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета

Багайсков, Ю.С.

Особенности инженерного проектирования промышленной продукции в условиях рыночной экономики [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ю.С. Багайсков ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 851 КБ). – Волжский, 2021. – Режим доступа: <http://lib.volpi.ru>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-9948-4067-2

Приведены направления, последовательность действий и особенности инженерного проектирования промышленной продукции в условиях рыночной экономики. Рассмотрены основные закономерности рыночной экономики. Особое внимание обращено на формирование комплекса технических требований к продукции, обеспечению конкурентоспособности за счет высокого качества проектируемой продукции, стратегии управления конкурентоспособностью на этапах жизненного цикла продукции. Приведены последовательность и документы на проектирование продукции, законы развития техники, некоторые научные и психологические основы инженерного творчества, правовые методы защиты разработок.

Предназначено для студентов всех форм обучения и магистрантов специальности 15.04.05 по дисциплине «Научные исследования в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств».

Ил. 25, табл. 13, библиограф.: 14 назв.

ISBN 978-5-9948-4067-2

© Волгоградский государственный
технический университет, 2021
© Волжский политехнический
институт, 2021

Содержание

Предисловие	4
РАЗДЕЛ 1. Теоретическая часть	5
1. Роль техники и технологии в современном мире	5
2. Прогнозирование в развитии науки и техники	5
3. Основные закономерности рыночной экономики	6
4. Выявление потребности в новых машинах в условиях рыночной экономики	8
5. Определение минимального объема партии продукции	8
6. Цикл жизни продукции	9
7. Формирование технических требований к продукции	10
8. Перечень основных требований к продукции	12
9. Методы оценки конкурентоспособности технической продукции	14
10. Стратегия управления конкурентоспособностью на этапах жизненного цикла продукции	17
11. Пути повышения конкурентоспособности продукции	18
12. Сетевой график разработки и постановки на производство новой техники	19
13. Источники идей на проектирование	20
14. Этапы проектирования	21
15. Методологические основы выбора оптимального материала при проектировании детали машин	23
16. Основные документы на разработку продукции	25
17. Единая система конструкторской документации (ЕСКД)	28
18. Технологическая документация. ЕСТД	30
19. Человеческий фактор и инженерное проектирование	31
20. Принципы художественного проектирования машин	34
21. Основные законы развития техники	36
22. Некоторые научные и психологические основы инженерного творчества. Схема Амосова	38
23. Теории жизненного сценария (модели поведения)	39
24. Барьеры в техническом творчестве	39
25. Инженерные методы	40
26. Правовые методы защиты разработок	41
27. Изобретение. Решение инженерной задачи	44
РАЗДЕЛ 2. Практические работы	45
1. Определение технического уровня и конкурентоспособности техники на основе экспертных оценок	45
2. Определение технического уровня и качества продукции	50
3. Выбор оптимального материала при проектировании детали	53
4. Проведение анализа качества выпускаемых деталей с помощью гистограмм	56
5. Анализ причин несоответствий (брака) показателей качества процесса	59
6. Анализ целесообразности создания или модернизации изделия	64
7. Решение изобретательской задачи и составление заявки на изобретение	66
РАЗДЕЛ 3. Тесты	69
Список рекомендуемой литературы	80

Предисловие

Цель изучения дисциплины «Научные исследования в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств» ознакомить студентов с современными проблемами технологии отечественного и мирового машиностроения, связанными с созданием новой техники, технологии, совершенствованием существующих средств производства.

Один из разделов дисциплины направлен на научную и методологическую подготовку студентов по вопросам общих основ проектирования и конструирования, развитию представления о потребности, номенклатуре, последовательности процессов разработки и изготовления машин, о путях решения возникающих при этом задач. Это способствует развитию мыслительной деятельности инженера, творческого подхода к разработке, внесению в этот процесс собственных знаний, интуиции и изобретательности. Данный материал представлен в настоящем учебном пособии.

Основные разделы при изучении учебного пособия:

- требования к разработке продукции,
- промышленный маркетинг,
- основы проектирования продукции,
- конструкторская и технологическая документация, ГОСТы,
- обоснование выбора материалов,
- роль человеческого фактора в проектировании,
- художественное проектирование,
- закономерности в развитии техники,
- основы научного творчества,
- защита разработок.

В учебном пособии, кроме того, приведены практические работы (семь работ) и тесты (75 тестов) для проверки знаний по данной теме.

РАЗДЕЛ 1. Теоретическая часть

1. Роль техники и технологии в современном мире

В развитых капиталистических странах большое значение в науке и производстве имеет технология (США, Япония, Германия). Новые технологии способствуют появлению новой техники, на базе более современной техники совершенствуются технологии, это связанный процесс. В СССР была несколько упущена роль технологии, больше внимания уделялось технике, оборудованию, страна с трудом выходила на послевоенные рельсы. Наиболее развиты были технологии в военно-промышленном комплексе (ВПК) и космической отрасли.

Степень развития науки и техники оказывает существенное влияние на жизнь людей, общества. Например, есть известное выражение: «Америку сделал автомобиль». Генри Форд угадал огромную перспективу развития автомобилестроения, это приобрело масштаб национальной идеи. Основания - для автомобиля необходимы сталь, цветные металлы, резина, ткани, пластмассы, химия, стекло, горючее, масла, охлаждение, отделочные операции, системы управления, дороги, системы обслуживания, контроля, дизайн, в конце концов, полиция и т.п. В схемы производства, эксплуатации и обслуживания автомобиля вовлечено множество людей самых различных профессий, обеспечивая высокую занятость.

2. Прогнозирование в развитии науки и техники

Прогнозированием занимаются ведущие технические издания, общества, знаменитые ученые, научные организации. Срок прогнозов, обычно, 15-25 лет, реже – до 50 лет. Как правило, рассматриваются перспективы, тенденции и направления развития отдельных видов и систем техники.

Анализ статистики показал, что скорее сбываются, чем не сбываются, в среднем до 65% прогнозов. Ошибки, допущенные в прогнозах, являются результатом скорее неспособности предвидеть степень полезности сделанных изобретения и открытий, чем неспособность распознать их техническую осуществимость.

Во многом неосуществимость даже очень важных разработок связана с ужесточением требований человеческого общества к экологии, общей безопасности, прежде всего ядерной (Чернобыль), стремлением использования в быту, в питании чистых натуральных продуктов, а также вопросами экономии (космос), рационального использования финансовых ресурсов на благо общества.

Тем не менее мы живем в эпоху научно-технической революции, прогресс техники, количественный и качественный, идет опережающими темпами. График динамики научно-технического прогресса представлен на

рисунке1.

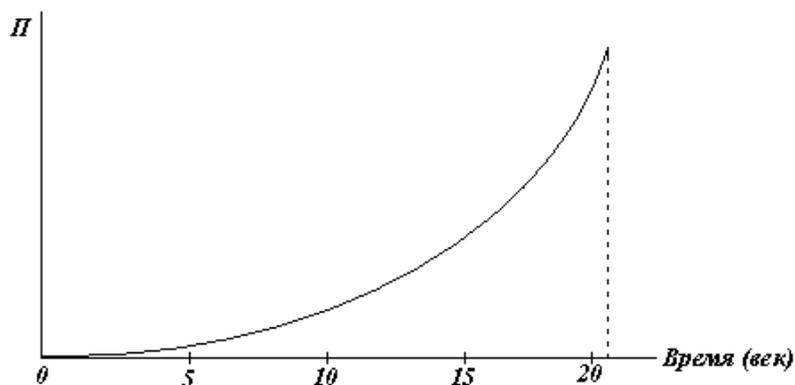


Рис.1. График научно-технического прогресса в историческом масштабе
(П - количественный и качественный уровень прогресса)

3. Основные закономерности рыночной экономики

Рынок – как форма взаимоотношения продукции и товара, изготовителя и покупателя существовал всегда только в разных формах. Так при социализме был рынок изготовителя, а при капитализме проявляется рынок покупателя. Если раньше, при плановом хозяйстве, что изготавливалось, независимо от качества, модификаций и т.п., все равно приобреталось и использовалось, то при современной рыночной экономике покупатель выставляет уровень требований к продукции, разнообразие её видов, объем производства определяется спросом. Последнее возможно только при наличии конкуренции между производителями данной продукции. Конкуренция рождается в случае превышения условного количества изготовителей над покупателями. Побудительным мотивом для разработки и изготовления какой-то продукции является потребность рынка.

В историческом плане все начиналось с обмена товара на товар (натуральное хозяйство), потом пошло разделение труда, обособленность производителя, свободное предпринимательство.

В качестве посредника стали выступать деньги, могут быть инфляция, перепроизводство. Формы денежного обращения – наличные, безналичные, кредиты, векселя, облигации, чеки, сертификаты.

Закон денежного обращения:

$$M \times V = P \times N,$$

где М – денежная масса,

V – скорость обращения денег,

P – уровень товарных цен,

N – количество обращающихся товаров.

Рыночное саморегулирование осуществляется за счет взаимоотношения спроса и предложения. На рисунке 2 приведен график отношения спроса и предложения на рынке в форме зависимостей объемов производства и реализации продукции от уровня цен.

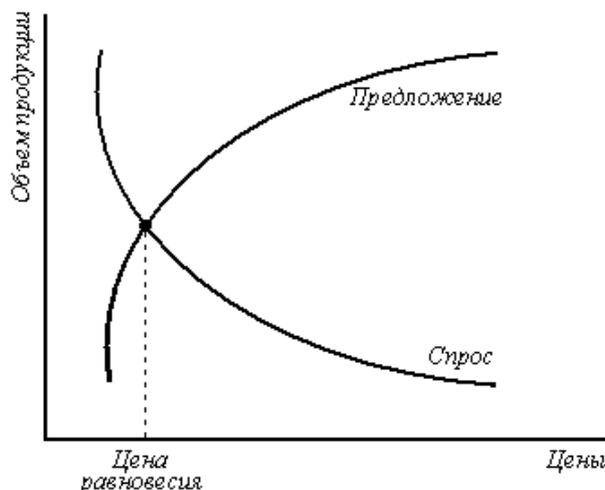


Рис. 2. График отношения спроса и предложения на рынке

При повышении цен спрос на продукцию падает, но с другой стороны производить дорогую продукцию выгоднее, что сказывается на увеличении объемов производства и размеров предложения. Всегда найдется такой уровень цен (цена равновесия), при котором достаточно выгодно и изготавливать продукцию, и её приобретать.

Во всяком случае и изготовитель, и покупатель вынуждены будут с этим согласиться.

В зависимости от вида производства, форм реализации, условий платежей и других факторов цены могут быть:

- производителя (по себестоимости),
- оптовые,
- розничные,
- дилерские,
- экспортные,
- мировые и т.д.

Рыночная экономика хотя и не носит плановый характер, но может регулироваться в правовом поле. Если можно так сказать, «сверху» она ограничена действием антимонопольных законов, а «снизу» — антидемпинговыми (демпинг – сброс цены). Цель этих законов – обеспечить интересы общества в получении качественных товаров, с одной стороны прижимая монополистов, заставляя их считаться с интересами и запросами покупателей, с другой – штрафуя производителей за демпинг некачественной продукции.

В любом случае изготовители продукции вынуждены во главу угла

производства ставить вопрос качества.

4. Выявление потребности в новых машинах в условиях рыночной экономики

Разработка техники может идти по следующим направлениям:

- 1) совершенствование и модернизация известных видов техники,
- 2) создание принципиально новых образцов, видов и классов техники, в т.ч. на уровне изобретений.

Этому сопутствуют:

- 1) возрастание потребности в современных эффективных машинах,
- 2) совершенствование технологий, особенно в системах управления,
- 3) прогресс в создании типовых комплектующих,
- 4) существенное улучшение оснащения производства,
- 5) конкуренция.

Формами реализации потребности в новых машинах могут быть госзаказ или госзадание, включение в какой-то государственный или отраслевой план. Но реальнее в условиях рыночной экономики проведение разработок по прямым договорам с заказчиками – юридическими лицами. Кроме того, не исключается рыночная инициатива, с выходом на поиски покупателей через выставки, рекламу, создание торговых домов, представительств и т.п.

5. Определение минимального объема партии продукции

В рыночной экономике существует понятие минимального объема партии продукции с точки зрения начала получения прибыли. Ведь при разработке и освоении производства новой продукции сначала могут быть значительные финансовые и материальные затраты и только на определенной стадии производства будет образовываться прибыль. На рисунке 3 приведена схема определения минимального объема партии продукции, выгодного для производства.

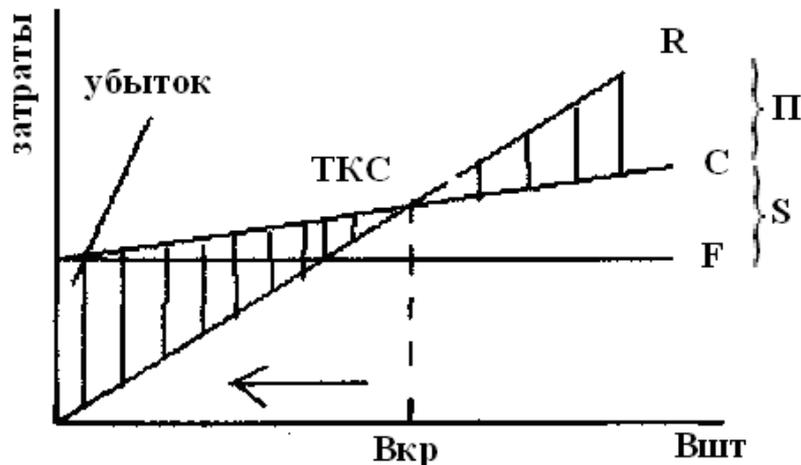


Рис. 3. Схема определения минимального объема партии продукции

На рисунке приведены следующие обозначения:

F – фиксированные затраты: реклама, научные исследования, капитальные вложения в производство, информация, сбыт;

S – переменные затраты – все, что связано непосредственно с изменением объемов производства: затраты на материалы, энергию, зарплата, налоги;

C – себестоимость;

П – прибыль;

R – объем реализации;

В – выпуск продукции в натуральных единицах.

Объем реализации $R = V \times Ц$, где Ц – цена единицы продукции.

Тогда: $C = F + S \times V$

При $R = C$ наблюдается так называемая точка критического соотношения, которой и соответствует минимальный объем партии продукции (Вкр.).

Можно представить: $Вкр. \times C = F + Вкр. \times S$

Отсюда: $Вкрит. = F / (Ц - S)$

Величина Вкрит. должна стремиться к минимуму.

6. Цикл жизни продукции

Каждая продукция (машина) имеет свои циклы жизни, связанные с объемами производства и сбыта, с физическим и моральным износами.

Физический износ – потеря уровней характеристик от исходных до того уровня, когда идет уже нарушение результатов производства.

Моральный износ связан с появлением и применением более совершенных, с лучшими характеристиками, машин.

Принято рассматривать цикл жизни при производстве и цикл жизни при эксплуатации.

На рисунке 4 приведен пример графика цикла жизни продукции при производстве.

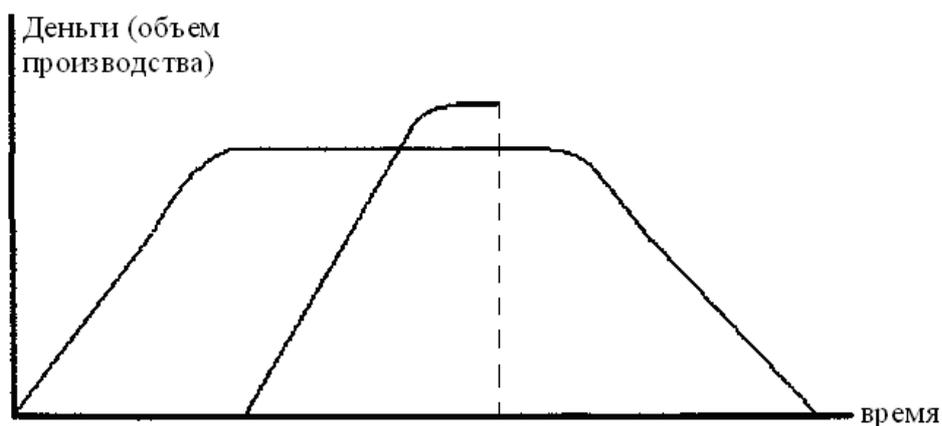


Рис. 4. График цикла жизни продукции при производстве

При этом цикл жизни при производстве может быть как законченный, так и только начавшийся.

На рисунке 5 приведен график цикла жизни продукции при эксплуатации.

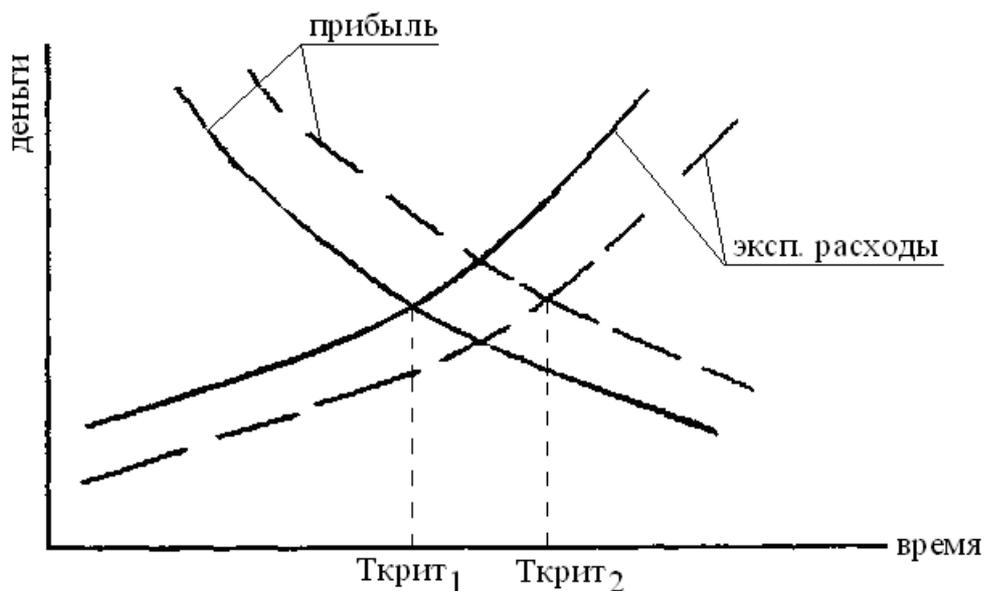


Рис. 5. График цикла жизни продукции при эксплуатации

С течением времени эксплуатации характеристики продукции ухудшаются, соответственно, эксплуатационные расходы растут, а прибыль от применения продукции уменьшается. Правее точки Ткрит. эксплуатация продукции становится совсем невыгодной.

7. Формирование технических требований к продукции

Для проектирования качественной продукции необходимо предъявить к ней максимально точно и полно весь комплект всесторонних требований. Не учет хотя бы одного влияющего фактора приведет к снижению гарантии

качества проектирования.

Теоретическая схема предъявления требований к проектируемой продукции выглядит следующим образом. Рассматривается технический объект (ТО), который находится в функциональном и вынужденном взаимодействии с окружающей средой.

На рисунке 6 приведена схема воздействия различных потоков со стороны среды на технический объект. На этом рисунке: A_T – функциональное входное воздействие (потоки материалов, энергии, информации), C_T – функциональное выходное воздействие (деталь, изделие, программа), A_B – вынужденное входное воздействие (температура, влага, пыль, насекомые и т.п.), C_B – вынужденное выходное воздействие (вибрации, радиация, отходы, шум, газы, брак и т.п.).

Существуют наборы или списки требований, необходимые и достаточные, в первом случае – полный список требований, во втором – как к продукции второго сорта или ограниченного применения.

При разработке наборов требований применяется иерархический принцип взаимосвязи отдельных списков. Каждый последующий список больше предыдущего и включает его в себя.

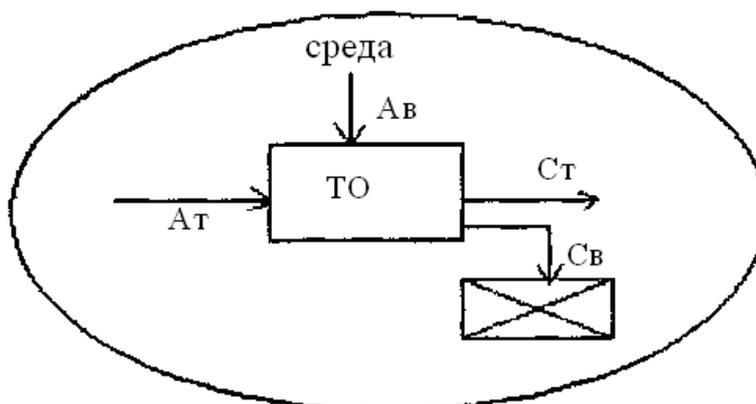


Рис. 6. Схема воздействия среды на технический объект

На рисунке 7 приведена схема набора требований, состоящего из 6 списков. Каждый список посвящен какому то наиболее важному фактору требований. Начинается набор со списка требований по оценке потребности, а заканчивается – списком требований к проекту.

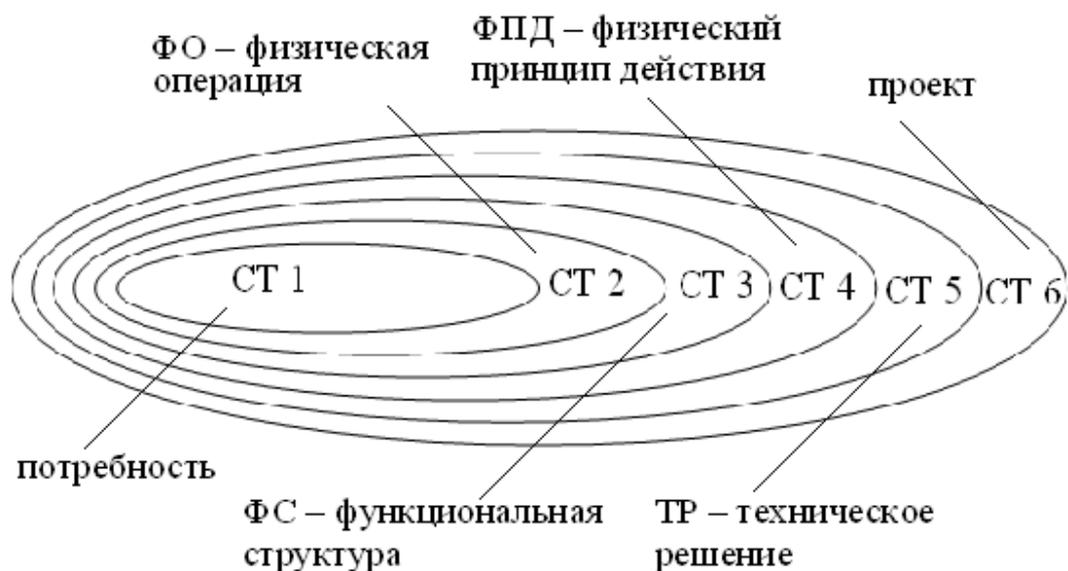


Рис. 7. Схема набора требований, состоящего из списков требований

8. Перечень основных требований к продукции

В реальной практике проектирования применяют перечни или группы основных требований. К ним относятся:

- 1) специальные технические требования – это основные, свойственные именно данному объекту, параметры или характеристики;
- 2) требования типизации – в основе лежит понятия типажа, как своеобразной спецификации данной продукции по параметрам или характеристикам, также базовая модель, кроме того, стандартизация и унификация, что систематизирует, упрощает и при этом обеспечивает надежность проектирования;
- 3) требования максимальной автоматизации (автоматы, полуавтоматы, ручное управление) – шире используются электронные системы управления, программирование, ЭВМ, дистанционное управление, следящие системы, робототехника;
- 4) требования низкой массоёмкости – при снижении массы, как правило, теряется прочность и жесткость, эти потери необходимо компенсировать прочностными расчетами, введением новых качественных материалов, ребер жесткости, увеличения рабочих скоростей, оптимизация выбора коэффициентов запаса прочности;
- 5) требования технологичности конструкции – определение технологичности: возможность изготовления с наименьшими трудовыми затратами на серийном оборудовании с рациональным использованием материалов;
- 6) требования художественно-эстетического оформления – наряду с техническими требованиями, формирует конкурентоспособность;

7) требования экономичности и окупаемости – являются ограничителем для технических устремлений, современный подход: соизмеримость размера затрат и срока окупаемости;

8) требования надежности, надежность – это свойство сохранять постоянство качества в течение срока эксплуатации, в т.ч. долговечность – весь срок службы, безотказность – наработка на отказ, ремонтпригодность – приспособленность к восстановлению работоспособности;

9) требования безопасности – имеется в виду как безопасность для работающего на данной технике (машине), так и для окружающей среды, с учетом политики проектирования техники под подготовленного работника, обученного технике безопасности;

10) требования конкурентоспособности – возможность успешной реализации продукции на определенном рынке в определенный момент времени.

Конкурентоспособность продукции – понятие относительное, т.к. может оцениваться только относительно другой продукции.

Формула конкурентоспособности:

КС = качество + цена + обслуживание.

Дополнительно влияет реклама.

Важнейшим и определяющим фактором конкурентоспособности является качество продукции, цена носит вторичное значение, зависит от уровня качества, известно понятие «цена качества», дополнительный эффект несет фактор обслуживания, которое в современных условиях должно превращаться по сути в сопровождение продукции на этапах эксплуатации.

Другими факторами, влияющими на конкурентоспособность, являются: таможенные ограничения, насыщенность рынка, платежеспособность покупателей, политическая и религиозная ситуации в регионе, условия платежа, наличие запчастей. Большое значение имеет имидж, престиж фирмы.

На рисунке 8 приведена схема структуры факторов, влияющих на конкурентоспособность технической продукции.

В схеме на рисунке показано:

- 1) технический уровень продукции;
- 2) технический уровень производства;
- 3) уровень организации производства;
- 4) цены материалов, тарифы на энергоносители, ставки зарплат, налоги и т.п.;
- 5) эксплуатационные расходы;
- 6) цена продукции;
- 7) система технического обслуживания;
- 8) реклама.

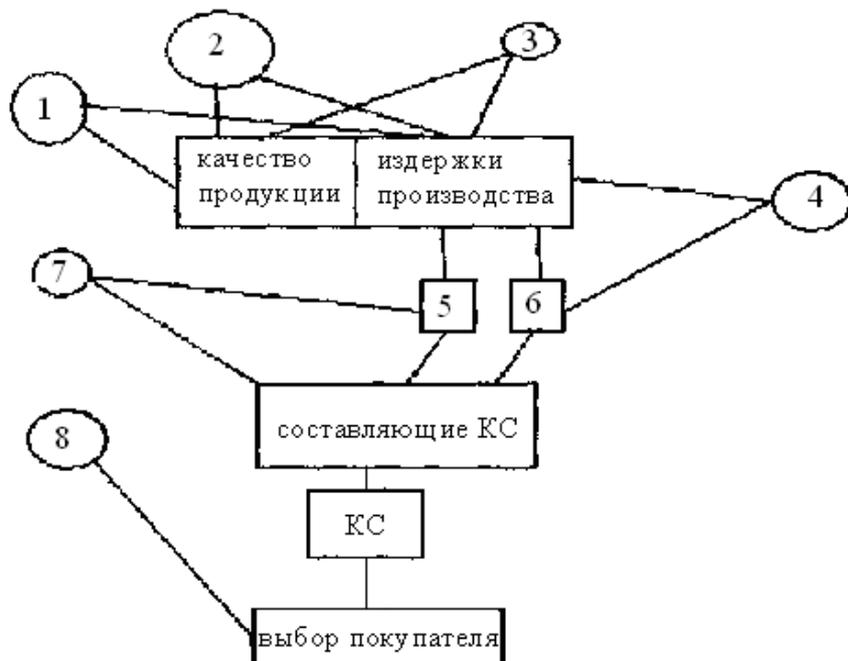


Рис. 8. Схема структуры факторов, влияющих на конкурентоспособность технической продукции

Важно, чтобы технический уровень продукции, технический уровень производства и уровень организации производства соответствовали друг другу, только в этом случае можно обеспечить качество продукции. Цены, тарифы и ставки тормозят технический прогресс, воздействуют на рост издержек производства, цены продукции и эксплуатационных расходов, но, с другой стороны, их уровень определяет качество и эффективность применяемых материалов, энергоресурсов.

9. Методы оценки конкурентоспособности технической продукции

Конкурентоспособность продукции – понятие относительное, может оцениваться только относительно другой продукции, поэтому прямых методов оценки конкурентоспособности нет. Все известные методы и показатели являются косвенными, показывающими скорее активность разработчиков и изготовителей продукции, их потенциал, масштаб деятельности.

Можно назвать следующие показатели:

- 1) по удельному весу фирмы в общем объеме производства данной продукции;
- 2) по выручке от продукции;
- 3) соотношение зарплат и производительности труда;
- 4) отношение цены продукции к положительному эффекту от её

применения;

5) процент экспорта в объеме продукции;

6) объем НИР и ОКР;

7) количество авторских свидетельств и патентов на изобретения, полученных фирмой;

8) соотношение уровня капитальных вложений и срока окупаемости.

Наиболее близким по смыслу для оценки конкурентоспособности продукции можно считать принятую в ГОСТ методику оценки технического уровня промышленной продукции. По данной методике необходимо сравнивать разрабатываемую отечественную продукцию с импортной. Надо подобрать импортные аналоги, выбрать из них лучшие (база), сравнивать наши образцы с этой базой на фоне международных стандартов по установленным показателям.

На рисунке 9 приведена схема этапов выполнения данной методики, а на рисунке 10 – схема получения заключения, т.е. результатов сравнения образцов продукции.

На последнем рисунке X1 и X2 – какие то важные показатели данной продукции, A1 – A6 – значения показателей импортных аналогов, среди которых A3, A4 и A5 приняты как базовые,

P1 – P4 – значения показателей наших оцениваемых образцов.

Видно, что образец P1 соответствует мировому уровню, а образец P3 даже его превосходит.

К оценочным показателям относятся:

- показатели назначения;
- показатели надежности;
- показатели экономного расхода материалов и ресурсов;
- эргономические показатели;
- показатели безопасности;
- экологические показатели;
- эстетические показатели.

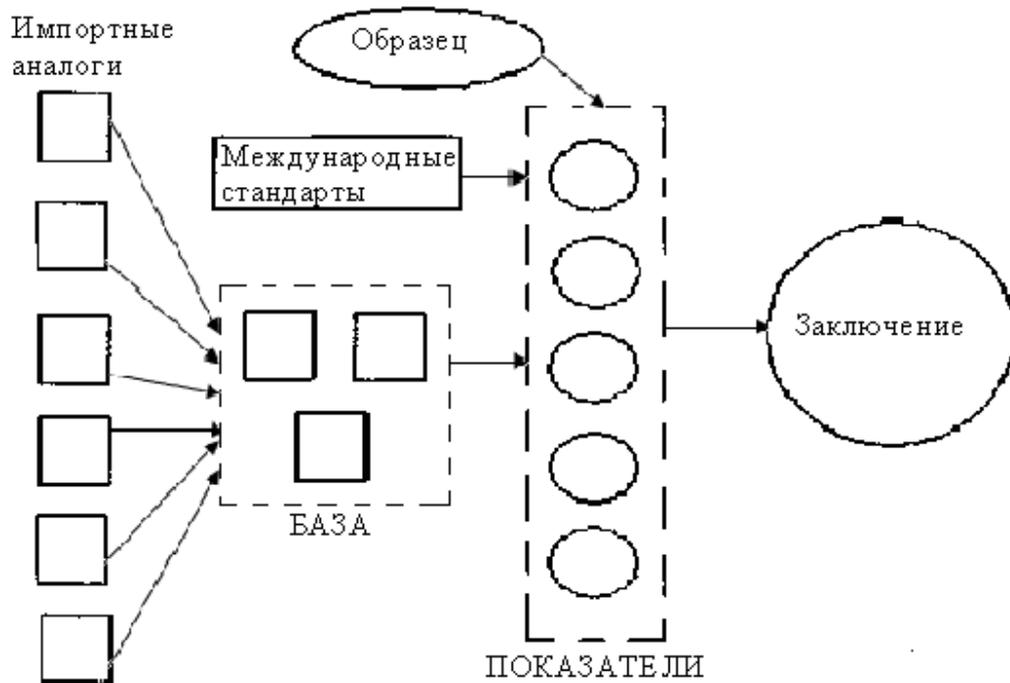


Рис. 9. Схема этапов выполнения методики оценки технического уровня промышленной продукции

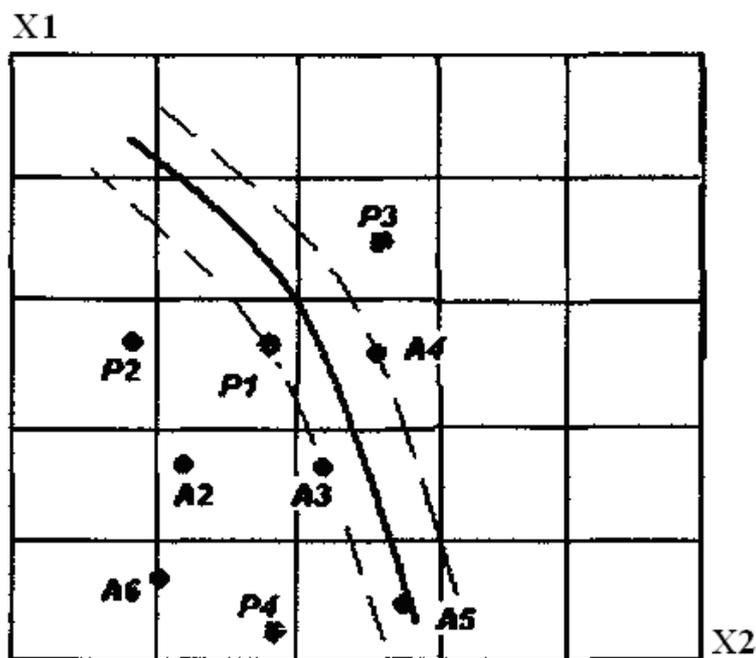


Рис. 10. Схема получения заключения по сравнению образцов продукции

Желательно, чтобы в группу аналогов входили образцы, выход которых на рынок только прогнозируется.

10. Стратегия управления конкурентоспособностью на этапах жизненного цикла продукции

Возможность управления и повышения конкурентоспособностью на всех этапах жизненного цикла продукции является главной стратегической целью. Уже на этапе проектирования закладываются качественные показатели. Надо добиваться оптимального соотношения между достигаемым качеством изделия и издержками производства. Идеальный вариант создания изделия – это принципиально новая продукция, ориентированная на ранее неизвестную потребность.

На рисунке 11 приведена схема этапов жизненного цикла продукции, связанных со стратегией управления конкурентоспособностью.

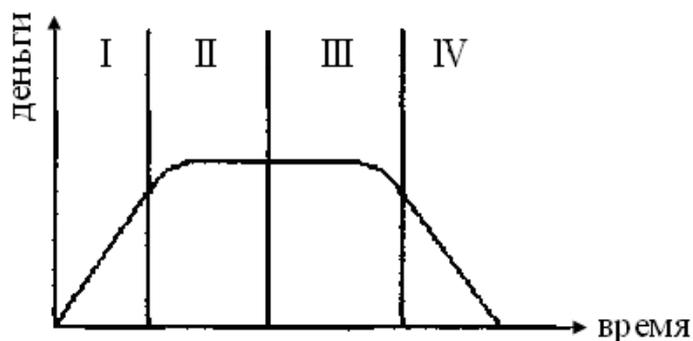


Рис. 11. Схема управления конкурентоспособностью на этапах жизненного цикла продукции

Этап I – этап освоения рынка на первых образцах, когда много затрат и мало прибыли, установка цен. Стратегией здесь является использование заложенного при проектировании изделия и производства высокого уровня качества, новизны на рынке.

Этап II – завершение освоения рынка. Стратегией должно быть расширение сегментации рынка за счет введения максимально возможного числа модификаций данной продукции.

Этап III – этап стабильного производства, исчерпаны возможности повышения качества, введения новых модификаций, идет ценовое соперничество с конкурентами. Стратегией на данном этапе может быть снижение издержек производства, т.е. себестоимости, для этого есть основания, т.к. меньше затрат на маркетинг, рекламу, какие-то проработки, а отсюда уменьшение, конечно в разумных, не демпинговых, пределах цен, возможность скидок, кредитных программ и т.п. При этом прибыль не снижается.

Этап IV – завершение производства данной продукции. Причины – давление конкурентов, вытеснение с рынка, лучше всего если просто замена на более совершенные модели у самого этого производителя.

Чтобы этот процесс был менее болезненным, проходил постепенно и как можно длительнее, необходима стратегия использования преимуществ сложившейся инфраструктуры в сфере эксплуатации и обслуживания, что ведет к снижению эксплуатационных затрат у покупателей. Дело в том, что у конкурентов на данном этапе еще не налажена в должной мере сфера обслуживания. Ряд потенциальных покупателей будет ещё ориентироваться на более надежных продавцов.

11. Пути повышения конкурентоспособности продукции

Кроме стратегии могут быть и более тактические действия по обеспечению конкурентоспособности. Пути повышения конкурентоспособности продукции можно разделить на три группы:

1) общие принципы повышения конкурентоспособности: международные связи, информация, изучение рынков, развитие маркетинга, учеба кадров, политика качества, полный цикл производства продукции, разукрупнение предприятий,

2) на стадии разработки:

а) поиск новых идей;

б) заинтересованность;

в) высокие расходы на НИР;

г) создание наукоемкого изделия;

д) стандартизация и сертификация;

е) закупка лицензий;

ж) патентование и продажа лицензий;

з) ориентироваться на мировые цены и не ориентироваться на существующие аналоги, а только на перспективные образцы;

3) на стадии производства:

а) система управления качеством;

б) современная организация производства;

в) менеджмент;

г) политика затрат;

д) сменяемость оборудования;

е) механизация и автоматизация;

ж) внедрение изобретений;

з) анализ качества, испытания;

и) реклама;

к) имидж предприятия;

л) роль законодательства, в т.ч. лоббирование.

Если сформировать приведенные пути в качестве плана мероприятий по конкретной продукции, то получится так называемая маркетинговая программа разработки и освоения продукции.

12. Сетевой график разработки и постановки на производство новой техники

Порядок разработки и освоения новой продукции отражают на сетевом графике. Назначение сетевого графика – распределить виды работ во времени, между различными исполнителями, избежать лишних затрат ресурсов и времени, обеспечить выполнение работы «точно вовремя», с высоким качеством и конкурентоспособностью продукции.

На рисунке 12 приведен пример сетевого графика.

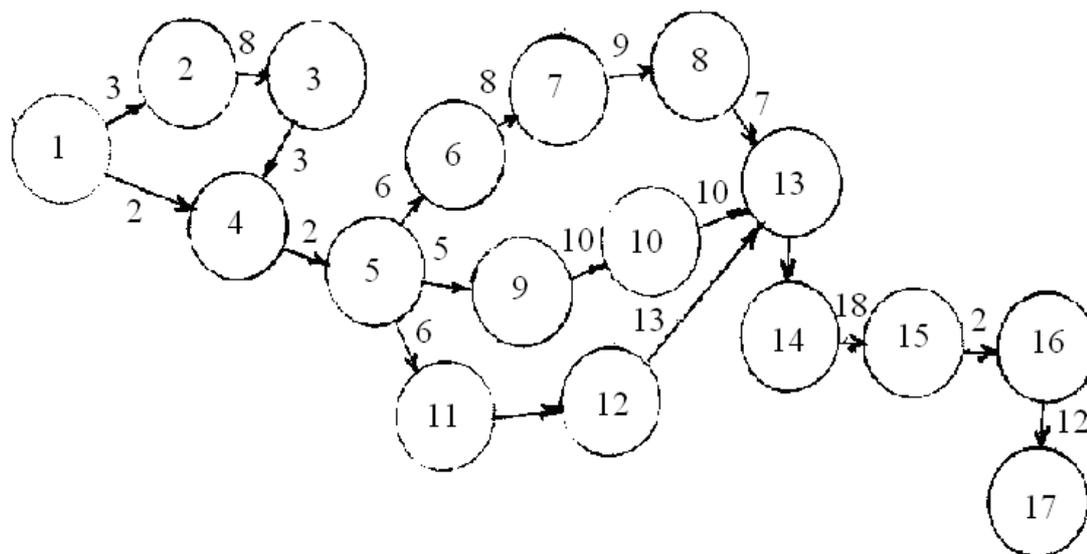


Рис. 12. Пример сетевого графика

Сетевой график состоит из событий (кружков), обозначаемых по порядку, и работ (стрелок), имеющих продолжительность во времени, образует ветви по группам работ, в т.ч. параллельных, выполняемых в одно время разными исполнителями.

«Прохождение» изделия по сетевому графику может иметь максимальный путь по времени, критический, самый долгий, но наиболее надежный для обеспечения качества, высокого технического уровня разработки и, соответственно, успеха на рынке.

С другой стороны, может быть минимальный по времени путь, рискованный для качества и успеха на рынке, но самый быстрый путь, из расчета на удачу. Такой путь желательно выбирать только при наличии предварительной проработки или крайнего дефицита времени. Все другие варианты пути по сетевому графику называются средними.

В общем виде сетевой график разработки и освоения в производство изделия состоит из следующих ветвей или отдельных работ:

- исследование рынка;
- без исследования рынка;
- принятие решения об изготовлении опытного образца;
- изготовление опытного образца и подготовка партии для пробных

продаж;

- испытание опытных образцов;
- подготовка к сбыту на пробном рынке;
- пробные продажи;
- подготовка рекомендаций о производстве для большого рынка;
- проведение мероприятий по подготовке производства для выхода на рынок: подготовка оборудования, сырья, кадров.

Рискованный путь, как правило, исключает исследование рынка, изготовление и испытание опытного образца, пробные продажи, разработку рекомендаций.

Из анализа приведенного на рисунке 12 примера графика видно, что составленный сетевой график состоит из 17 событий (по количеству кружков) и 19 работ (по количеству стрелок). Полный цикл 90 дней поделен между работами максимального по времени пути (№№ I-2-3-4-5-II-I2-I3-I4-I5-I6-I7).

При этом график имеет следующие ветви и отдельные работы (необходимо привести):

- 1-2-3-4 – исследование рынка (14 дней),
- 1-4 – без исследования рынка (2 дня),
- 4-5 – принятие решения об изготовлении образца (2 дня),
- 5-6-7-8-13 – изготовление оптимального образца и подготовка партии для пробных продаж (30 дней),
- 5-9-10-13 – испытание опытных образцов (25 дней),
- 5-11-12-13 – подготовка к сбыту на пробном рынке (34 дня),
- 13-14 – пробные продажи (18 дней),
- 14-15 – подготовка рекомендаций о производстве (3 дней),
- 15-16 – принятие решения о производстве (2 дня),
- 16-17 – проведение мероприятия по подготовке производства для выхода на большой рынок (12 дней).

При получении задания на разработку графика с/без определенных ветвей или работ необходимо сначала привести полный цикл (заданный срок дается на полный цикл), а потом производить его корректировку. В частности рискованный путь или какие-то средние пути могут быть направлены сразу, например, от № 5 к № 15, минуя промежуточные работы.

13. Источники идей на проектирование

В основе любых разработок лежат идеи, в нашем случае новые технические идеи. По статистике, чтобы создать новое эффективное изделие, необходимо в среднем иметь 55 – 69 хороших идей.

Источники идей есть внутренние и внешние.

Внутренние источники идей могут быть заложены в работе инженерного корпуса предприятия:

- 1) усовершенствование выпускаемой продукции;

- 2) выпуск побочной продукции;
- 3) организованное творчество.

Внешние источники идей:

- 1) изучение результатов конкурентной борьбы;
- 2) мнение потребителей;
- 3) НИР;
- 4) изобретение и патенты;
- 5) инженерная информация.

Процесс превращения набранных идей в разработку проходит определенные этапы и показан на рисунке 13.

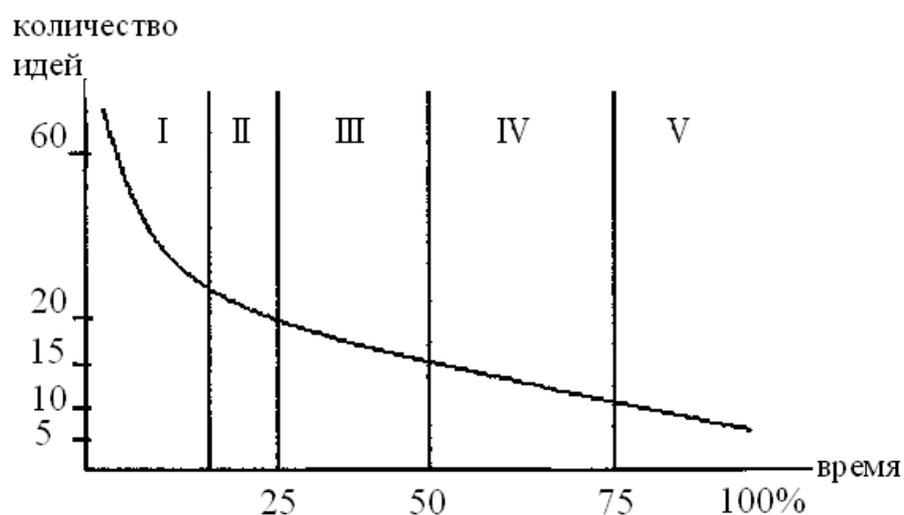


Рис. 13. Схема распределения количества использованных идей и затрат времени по этапам

I – отбор идеи, II – анализ возможностей производства и сбыта, III – разработка изделия, IV – испытания, проверка рынка, V – запуск в производство

14. Этапы проектирования

При проектировании устройства, системы или процесса прорабатываются вопросы, связанные с материальными затратами, временем, критериями отбора, технической осуществимостью, рабочими характеристиками, производством, технической эстетикой и т.п. В связи с этим проектирование должно осуществляться по методике, обеспечивающей получение машины с требуемыми свойствами и параметрами. Методика проектирования машины представляет собой последовательность событий, процесс проектирования, в рамках которого происходит логическое развитие конструкции этой машины и других вопросов её разработки. Процесс проектирования состоит из следующих этапов:

определение потребности, определение цели, научные исследования, формулировка задания, формирование идей, выработка концепции, анализ, эксперимент, решение, производство, распределение продукции, потребление. На рисунке 14 приведена схема поэтапного процесса проектирования.

Начинается процесс проектирования с потребности. Далее определяется цель, проводятся научные исследования, в результате формулируется задание на разработку какого то технического объекта.

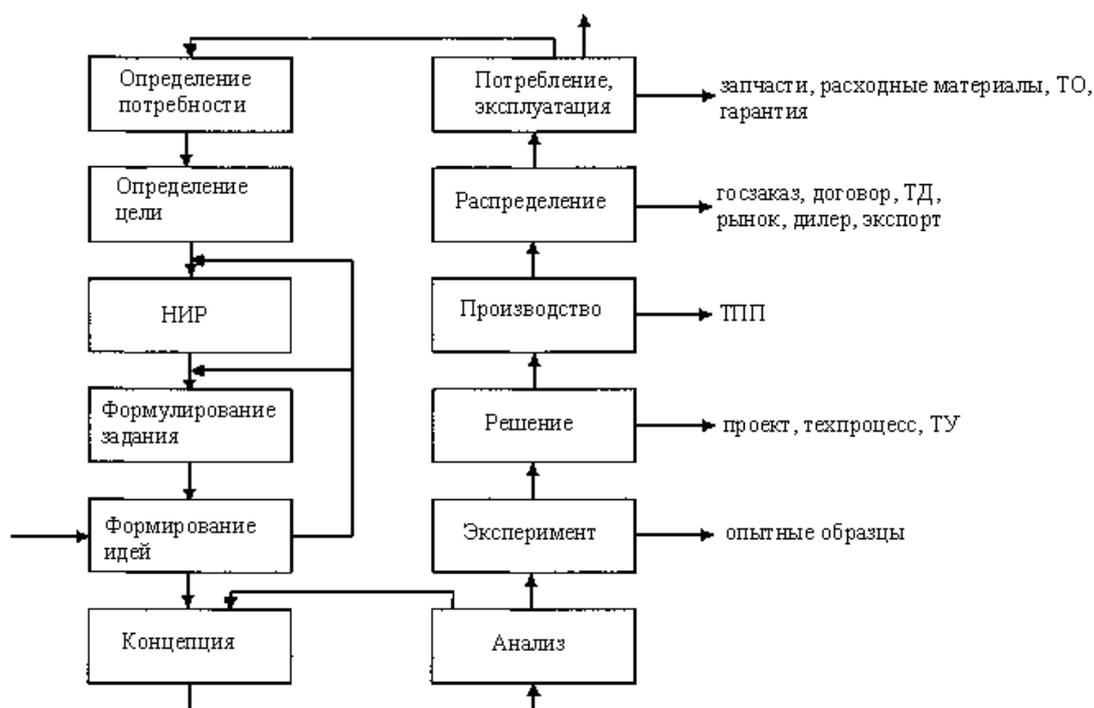


Рис. 14. Схема процесса проектирования

Потом собираются идеи на разработку, вырабатывается концепция (совокупность основных требований), на основании концепции проводится анализ идей по схеме на рисунке 13, лучшие идеи в виде опытных образцов проходят экспериментальные исследования, испытания, на основании которых принимается решение о промышленном изготовлении выбранного варианта. Решение выражается в инженерной проработке документации на проектирование продукции: конструкторской (проект), технологического процесса, технических условий и т.п.

Следующим этапом является разработка документации на технологическое проектирование производства (ТПП) данной продукции. К этому относятся расчеты площадей, количества оборудования по технологическим цепочкам, сырьевых материалов, энергоресурсов, работников, денежных средств и т.д.

В современных рыночных условиях необходима проектная проработка вопросов распределения произведенной продукции. Возможные варианты: госзаказ, прямые договора, дилеры, торговый дом, экспорт.

Кроме того, обязательно надо отработать заранее вопросы потребления и эксплуатации, в частности: сроки гарантий, техническое обслуживание, ремонт, расходные материалы, запасные части.

На стадиях формулировки идей и анализа возможны возвращения назад по схеме к научным исследованиям для уточнения задачи и более широкого спектра вариантов решения.

На ряде этапов, особенно при формулировании задания, анализе идей и вариантов решений, проводится технико-экономическое обоснование (ТЭО).

После стадии проработки вопросов потребления и эксплуатации следует возврат к первой стадии «определение потребности» и т.д. в рамках дальнейшего совершенствования объекта или его модифицирования.

15. Методологические основы выбора оптимального материала при проектировании детали машин

Выбор материала основных деталей машины при ее проектировании является очень важной стадией разработки, его необходимо производить в первую очередь, может быть даже на стадии заявки на разработку или обсуждения технического задания, т.к. результат такого выбора существенно влияет на весь дальнейший ход проектирования.

Основные факторы, влияющие на выбор материала при проектировании, связаны в первую очередь с уровнем требований к изделию, затем с условиями работы изделия, окружающей средой, а также возможными ограничениями, в т.ч. экономическими, экологическими, безопасности.

К таким факторам, следует отнести:

- механические свойства, в т.ч. прочность на разрыв, изгиб, сжатие, твердость, жесткость, упругость, ударная вязкость, сопротивление истиранию;
- усталостная прочность (долговечность);
- состав (химический или композиционный) и удельный вес;
- обрабатываемость резанием;
- способность к пластической деформации (литьё, штамповка, протяжка,ковка);
- возможность чистовой обработки и нанесения покрытия;
- возможность механического крепления или сварки;
- коррозионная стойкость;
- теплопроводность;
- электропроводность;
- термостойкость;
- хладноломкость;
- эстетичность;
- стоимость и др.

Пример часто встречаемого набора требований и факторов – материал должен быть легким, обрабатываться резанием, легко штамповаться и свариваться, с высокой прочностью, в т.ч. с хорошей ударной вязкостью, коррозионностойким, термостойким, электропроводным, недорогим.

Перечень основных конструкционных материалов, которые могут быть использованы при проектировании основных деталей машин:

- сталь конструкционная;
- чугун;
- сталь листовая;
- сталь нержавеющая;
- алюминий;
- медь;
- другие цветные металлы и сплавы;
- каменные материалы (натуральные и искусственные)
- керамика;
- графит;
- стекло;
- полимерные материалы (термопласты и реактопласты);
- древесина;
- резина;
- текстиль;
- кожа;
- бумага;
- композиционные материалы и др.

Отдельно можно отметить инструментальные материалы:

- инструментальная сталь;
- быстрорежущая сталь;
- твердые сплавы;
- абразивные материалы;
- алмазные и сверхтвердые материалы.

Обращает на себя внимание расширение применения полимеров, а точнее пластических масс и синтетических смол. Полимеры делятся:

а) термопласты, могут несколько раз перерабатываться путем расплавления и снова заливки изделий (полиэтилен, полипропилен, полистирол);

б) реактопласты, как правило, отвердевают при введении отдельных отвердителей и не могут снова возвратиться в исходное состояние (эпоксидные и фенольные смолы, акрилаты).

Основные преимущества полимерных материалов в первую очередь по сравнению с металлами:

- стойкость к вибрации и ударам;
- износостойкость;
- меньший удельный вес;
- химическая и влагостойкость;
- не требует смазки;

- хорошая обрабатываемость;
- эстетичность;
- возможность получения сложных форм.

Но с другой стороны, недостатки полимеров:

- воспламеняемость, горючесть с выделением вредных газов;
- большое тепловое расширение;
- повышенная усадка;
- низкая твёрдость, повышенная мягкость;
- большая ползучесть;
- недостаточная прочность.

При этом в меньшей степени эти недостатки проявляются у реактопластов, чем у термопластов.

Обычно пластмассовые детали входят в состав узлов машин в контакте с металлами. Необходимо учитывать их взаимодействие.

Рекомендуется учитывать в контакте металл – пластмасса:

- 1) соответствие величин деформаций усадочных и тепловых;
- 2) возможность или наоборот отсутствие адгезии и диффузии;
- 3) возможность образования электрической или полупроводниковой пары.

16. Основные документы на разработку продукции

При проектировании продукции в первую очередь проводится научное прогнозирование.

Прогнозирование бывает изыскательное и нормативное. На рисунке 15 приведены схемы изыскательного и нормативного прогнозирования. Изыскательное прогнозирование идет от имеющегося базиса в будущее, а нормативное учитывает исходное состояние, но главное – это заданный ориентир на планируемый срок.

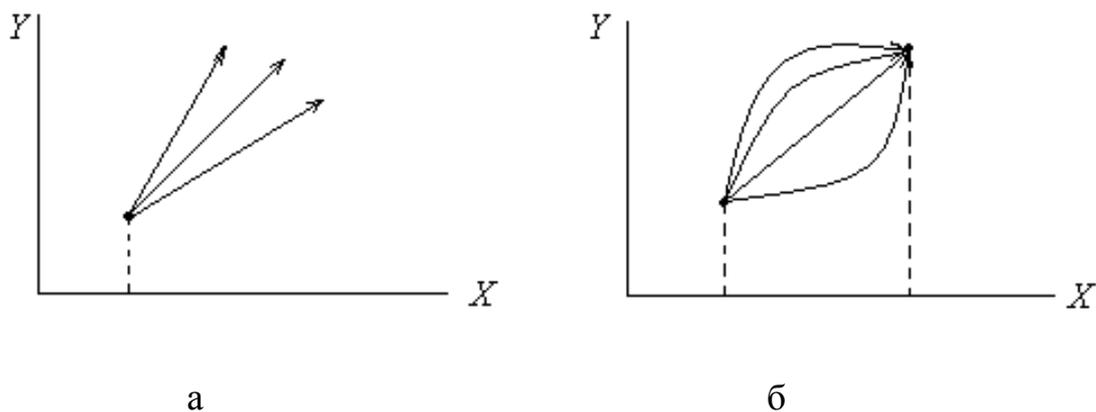


Рис. 15. Схемы изыскательного (а) и нормативного (б) прогнозирования

Научное прогнозирование опирается на статистику, используются корреляция и экстраполяция, анкетирование, метод экспортных оценок.

Первым документом на разработку является так называемая заявка на разработку с техническими требованиями и исходными данными для расчета экономического эффекта. Заявку готовит заказчик, это может быть и государственная структура и частная организация, юридическое лицо. Рассылка заявки может быть как конкретно, в один адрес, так во много адресов, потенциальным разработчикам, например, по интернету.

Второй документ – техническое задание (ТЗ), его тоже готовит заказчик, но уже в существенно сузившийся круг возможных разработчиков. На этом этапе эффективно использование системы конкурсов или тендеров. ТЗ должно освещать следующий комплекс вопросов:

- цель создания продукции;
- основные параметры, режимы, условия работы;
- увязка параметров с типажом, данные по экспериментам и аналогам;
- указание по устройству и принципу работы;
- степень механизации, автоматизации;
- требование к проекту, сроки выполнения, серийность выпуска;
- указание о наиболее вероятном изготовителе.

Последнее – очень важно, т.к. заказчик, разработчик, изготовитель – это могут быть разные организации, должны быть увязаны уровни проектирования и организации, оснащенности производства.

После ТЗ готовится техническое предложение. Этот документ разрабатывает согласованный разработчик как бы в ответ на техническое задание. Техническое предложение должно содержать:

- обоснование принципиальность устройства;
- целесообразность использования новых решений;
- ТЭО;
- необходимость дополнительных исследований;
- объем проекта;

- стадии проекта по срокам.

После этого заказчик и разработчик заключают контракт или договор на проектирование (разработку) продукции. Результатом разработки является конструкторский проект.

Конструкторский проект – это комплекс конструкторской документации, на основании которой можно определить устройство продукции и все необходимые данные по разработке ее конструкции, изготовлению, контролю, приемке, испытанию, эксплуатации и ремонту.

К процессам проектирования принято относить конструирование продукции (изделия) и технологическое проектирование производства.

В процессе конструирования продукции необходимо выдержать следующие условия:

- конструктивная преемственность;
- высокая степень унификации и стандартизации;
- наличие новых технических решений.

К конструкторской документации относятся:

1) чертежи:

- рабочий чертеж (детали);
- сборочный чертеж (узлы изделия);
- чертеж общего вида изделия;
- теоретический чертеж (геометрическая форма, координаты расположения составных частей);
- габаритный чертеж (упрощенное изображение с привязочными размерами);
- эскиз;
- схема;

2) спецификация (состав сборочной единицы);

3) ведомости – спецификаций, покупных изделий, ссылочных документов, держателей подлинников;

4) пояснительная записка;

5) технические условия (ТУ) – документ, содержащий эксплуатационные качества изделия и методы их контроля, предваряющий составление ГОСТ при полном освоении и расширении производства данной продукции;

6) программа и методики испытаний;

7) эксплуатационные документы (паспорт);

8) ремонтные документы.

Общий порядок прохождения стадий конструкторского проекта (виды проекта):

- эскизный проект;
- технический проект;
- рабочий проект.

В этом порядке заключается принцип стадийного проектирования, от простого к сложному, от общего к частностям.

Эскизный проект дает общее представление о размерах, устройстве,

принципе работы, назначении и основных параметрах изделия. Могут быть макеты, модели изделия или его узлов.

Состав конструкторской документации эскизного проекта:

- общий вид машины (эскизный);
- кинематическая схема;
- общие виды основных узлов;
- пояснительная записка с ТЭО;
- расчеты – кинематические, прочностные, динамические, размерные.

После рассмотрения и утверждения эскизного проекта делается технический проект. Здесь конструкторские решения должны прорабатываться полностью, уже не в эскизном, а в чертежном исполнении.

Соответственно состав конструкторской документации технического проекта – практически тоже самое, что и в эскизном варианте, но с учетом контрольным параметров, допусков, взаимозаменяемости, ограничений, запчастей, дефектов, возможного брака т.п.

После приемки технического проекта выполняется рабочий проект. Главное его содержание и отличие от других стадий – разработка рабочих чертежей, т.е. детализация.

Состав конструкторской документации рабочего проекта:

- чертежи общих видов;
- чертежи узлов;
- чертежи деталей (до 80% по объему);
- спецификации деталей и ведомости спецификаций;
- кинематические и электрические схемы, циклограммы;
- пояснительная записка;
- проект ТУ;
- нормы расхода материалов;
- программа и методика испытаний;
- технический паспорт, инструкции по эксплуатации;
- ремонтные документы.

Реально продукция изготавливается по рабочему проекту, поэтому разработка может идти или по всем 3-м стадиям, или по любым 2-м, включая рабочий проект, может быть и один только рабочий проект.

17. Единая система конструкторской документации (ЕСКД)

Состоит из ГОСТов, обеспечивает единые правила оформления конструкторской документации. Предусматривает единые правила учета, хранения, дублирования конструкторской документации, и прежде всего, чертежей, возможность использования современной техники, учитывает международные правила оформления чертежей.

ЕСКД делится на 8 частей, основные из которых:

- 1) основные положения;
- 2) обозначения конструкторских документов;

- 3) правила выполнения текстовых документов;
- 4) правила выполнения чертежей.

Пример обозначения ГОСТа из ЕСКД - ГОСТ 2.108-83.

Первая часть состоит из 28-ми ГОСТов, т.ч.:

- требования к моделям, макетам;
- требования к носителям;
- виды изделий;
- виды и комплектность документации;
- стадии разработки;
- основные надписи;
- текстовые документы;
- спецификация;
- нормоконтроль;
- технологический контроль;
- информкарта и т.п.

Пример ГОСТ «Виды изделий» из 1-го раздела:

ГОСТ предусматривает два варианта деления, 1-й включает следующие изделия: детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты.

Деталь – сплошное изделие из одного материала, без соединений.

Сборочная единица – соединение 2-х и более деталей.

Комплекс – два или более изделий, не соединенные сборкой, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных функций.

Комплект – два или более изделия, не соединенные сборкой, представляют собой набор, имеющий общее назначение вспомогательного характера.

Второй вариант деления на виды изделий по этому ГОСТу предусматривает следующее: есть изделия основного производства (все, что изготавливает предприятие, что имеет цену и включено в прайс-лист) и изделия вспомогательного производства (то, что предприятие изготавливает для внутреннего потребления – запчасти, инструменты, приспособления, тара, ремонт).

В раздел «Правила выполнения чертежей» входит более 20 ГОСТов.

Основные из них:

- форматы;
- масштабы;
- шрифты;
- линии;
- виды, разрезы, сечения;
- графические изображения материалов;
- нанесение размеров;
- допуски формы и расположения поверхностей;
- обозначение шероховатости поверхности;
- обозначение покрытий и видов обработки;
- изображение резьбы;
- изображение сварных и неразъемных соединений;

- указание маркировки и клеймения;
- упрощенное изображение крепежных деталей.

18. Технологическая документация. ЕСТД

Единая система технологической документации устанавливает взаимосвязанные правила по порядку разработки, комплектации, оформления и обращения документации, применяемой для изготовления и ремонта, включая контроль, испытания и перемещения.

Пример – ГОСТ 3.109-85.

Делится на 10 частей, в т.ч.: общие положения, основополагающие стандарты, классификация и обозначение документации, учет применяемости изделий, основное производство, вспомогательное производство и др.

Рассмотрим примеры ГОСТов ЕСТД.

А. Стадии разработки и виды документов

а) стадии связаны с общими стадиями разработки изделий, обозначаются индексами, которые ставят на титульном листе или в штампе документации. Так индекс «п» означает – предварительный, «о» – опытный образец, «А» и «Б» – серийное и массовое производство. Индексы «ро», «РА», «РБ» - означают ремонтные производства;

б) к видам технологических документов относятся:

- технологическая инструкция (бланки, на которых идет описание технологических операций);
- карта эскизов (прилагается к техинструкции для представления, таблиц, рецептов, наладочных схем и т.п.);
- титульный лист технологического процесса;
- карты маршрутная, операционная, комплектовочная, информации технологических;
- ведомость маршрутов, оснастки, оборудования, материалов, норм расхода материалов, применяемости, дефектации, держателей подлинников.

Совокупность технологических документов в применении к конкретному изделию или детали составляет технологический процесс.

Б. Термины и определения (технологические)

Основные технологические термины:

- технологический процесс – часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и/или определению состояния предметов труда;
- технологическая операция – часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте;
- формообразование – изготовление изделий из жидких, порошкообразных или волокнистых материалов;
- литье – формообразование путем заполнения полости заданной формы и размеров материалом в жидком состоянии, с последующим отвердеванием;

- прессование – изготовление изделий из порошкообразных и волокнистых материалов путем заполнения полости заданной формы и размеров с последующим сжатием;
- механическая обработка резанием – образование новых поверхностей путем отделения верхних слоев с образованием стружки;
- механическая обработка давлением – пластическое деформирование или разделение;
- термическая обработка – изменение структуры и свойств материала изделия вследствие теплового воздействия;
- такт – интервал времени между выпуском однотипных изделий;
- ритм – количество изделий в единицу времени.

19. Человеческий фактор и инженерное проектирование

С развитием промышленности все в большей мере приобретает большую роль учет человеческого фактора при проектировании техники.

Основные причины:

- усложнение техники, сложнее проектировать, больше внимания системам управления, труднее обслуживание и ремонт;
- экология и техника безопасности;
- социальный аспект, удобство, льготы.

Известны примеры плохой совместимости возможностей человека и техники – некоторые процессы в биологии, блюминг в металлургии, сверхзвуковой самолет и работа авиадиспетчера.

С другой стороны, не должно быть иллюзии возможности полной замены техникой, особенно компьютерной, человека. Человек может на основе опыта предсказывать события, имеет интуицию, генную программу, ему свойственны психофизиологические процессы.

Вопросами взаимодействия человека и техники, машины занимается ряд наук, таких как: инженерная психология, биомеханика, эргономика. Знание и правильное использование закономерностей, связанных с взаимодействием человека и машины, позволит проектировать и грамотно и эффективно эксплуатировать современную технику, создавать благоприятные условия работы человеку.

В биомеханике разработана и изучается система «человек – машина – среда» (ЧМС). На рисунке 16 приведена схема взаимодействия в системе «человек – машина – среда».

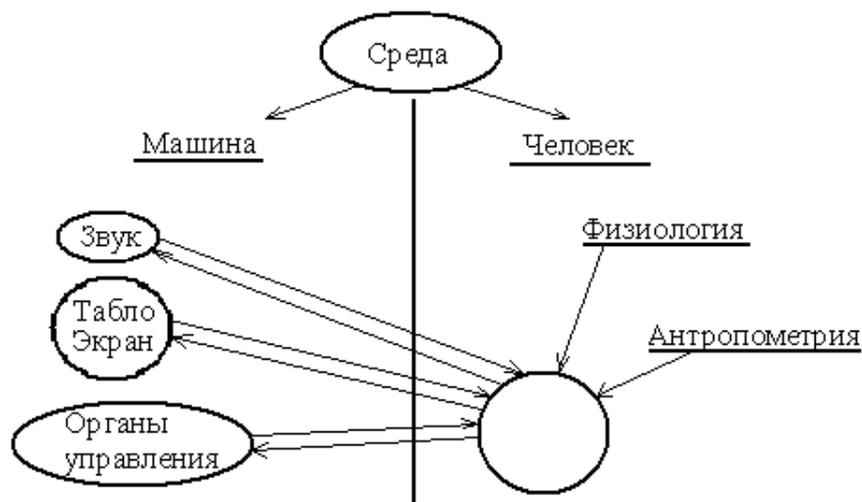


Рис.16. Схема взаимодействия факторов в системе «человек - машина – среда»

Видно, что в системе «человек – машина – среда» взаимодействие между человеком – оператором и машиной идет через следующие факторы: информация с экранов и табло техники воспринимается оператором и соответствующие команды идут от рук и ног оператора на органы управления техники. Звуковой фактор носит контрольный или аварийный характер, т.к. человек быстрее всего реагирует на звук. Человек – оператор характеризуется факторами антропометрии (весоростовые данные) и физиологическими (температура, давление, кардиограмма, анализ крови и т.п.).

Окружающая среда воздействует и на машину, и на человека. Так техника может изнашиваться, перегреваться, ломаться, а человек – уставать, травмироваться, заболеть.

Распределение весоростовых данных по группам (например, как одежда по размерам и ростам) принято называть процентилями.

Из биомеханики известны так называемые переменные Гилберта, которые более подробно раскрывают факторы (переменные) системы «человек – машина – среда». В таблице 1 приведены переменные Гилберта. Следует отметить, что машина как объект рассматривается здесь не в статическом положении, а в движении. Кроме того, к движению добавлены экономические факторы (эффективность, стоимость).

Таблица 1

Переменные Гилберта в системе «человек – машина – среда»

Характеризующие работающего	Характеризующие среду	Характеризующие движение
Мускулатура	Вес детали	Исходное положение
Опыт	Качество материала	Направление
Навыки	Одежда	Траектория
Привычки	Окраска	Последовательность
Питание	Освещение	Протяженность
Профессиональная подготовка	Отопление	Скорость
Здоровье	Вентиляция	Ускорение
Темперамент	Приспособление	Инерция
Убеждения	Правила профсоюза	Эффективность
	Поощрения, наказания	Стоимость

В результате изучения системы «человек – машина – среда» в различных условиях большого количества трудовых процессов сформировались требования к допустимым условиям при работе человека.

Зона допустимых условий при работе человека

Параметры:	Комфорт:	Предел:
Температура	18-24 град.С	13-38град.С
Влажность	30-70%	10-90%
Вентиляция	0,37-0,57 мЗ/мин	0,14-1,4 мЗ/мин
СО (угарный газ)	100 ед.	3000 ед.
	(на 1000000 частиц воздуха)	
Шум	85дб	94дб
Механическая вибрация	1 Гц	10Гц
Избыточное давление	0,18 атм	до 0,5 атм
Освещение	1000 Люкс	100000 Люкс
Сила тока	1 мА	10 мА

Из теории и практики сформированы параметры надежности человека – оператора:

- 1) природные характеристики;
- 2) профессиональная ориентация;
- 3) профессиональный отбор;
- 4) профессиональная подготовка;
- 5) биоритмы;
- 6) традиции и обычаи;
- 7) степень ответственности.

Лучше всего, если по первым 4 пунктам есть совпадение, иначе возникает дисбаланс. В ответственных случаях важно оценивать состояние

биоритмов – интеллектуальный, эмоциональный и физический уровни. Особенности традиций и обычаев, степень ответственности бывают характерны как определенным нациям, так и семейным кланам, да и отдельным людям.

20. Принципы художественного проектирования машин

Проектирование и конструирование тоже вид искусства. Уровень художественного восприятия продукции определяется уровнем культуры, образования, вкуса, чутья проектировщиков. Привлекаются и специалисты – дизайнеры, художники, стилисты.

В технике есть понятия красоты и моды.

Однако в отличие от чистого искусства в проектировании техники привлекаются и определенные художественные закономерности, в т.ч. эстетические элементы:

- 1) симметрия;
- 2) ритм;
- 3) частота;
- 4) контрастность;
- 5) пропорциональность;
- 6) расчлененность;
- 7) композиция.

Симметрия бывает абсолютная, относительная, контрастная. Художественный образ может иметь и асимметрия.

Ритм – правильное чередование форм или величин во времени и в пространстве, а на практике – это повторение определенных элементов конструкции и их форм.

Контрастность может быть массы, формы, цвета, света, направления.

Расчлененность формы – имитация или фактическое разделение на составные части с помощью окраски, канавок, рифлений, ребер и др.

Пропорциональность – увязка параметров, размеров всей конструкции и её отдельных элементов. Особенно это касается рабочего места оператора.

Композиция – как в музыке и других видах искусств, распределение и сочетание всех частей и элементов в единое художественное целое. Особенное внимание – правильному размещению органов управления, пультов, приборов.

Кроме эстетических, используют и выразительные элементы.

К ним относятся:

- 1) материал;
- 2) качество поверхности;
- 3) абсолютная величина машины;
- 4) величина и форма отдельных частей;
- 5) контуры и силуэт, число фасонных деталей;
- 6) цветовая окраска;

7) надписи.

Вид материала поверхности машины, в особенности в сочетании с качеством её обработки несет художественно – эстетический вид.

Модными материалами следует считать вороненую сталь, матовый алюминий, золотистую латунь, белый никель, голубоватый хром.

Эффект усиливается за счет применения контрастных цветов, рифлений, канавок, накатки роликом, различных покрытий. Размеры машин и их частей, силуэт служат и информационным, и художественным целям, фасонные детали и элементы украшают, но с этим нельзя перестараться. Большое значение имеет цвет изделий. Как известно, большинство людей воспринимают воздействие цвета по разному. С возрастом уровень восприятия меняется.

В целом принято считать, что синий цвет – цвет отдыха, зеленый – снимает нервное напряжение, стимулирует внимание, белый – охлаждает, освежает, коричневый – несет мягкость и уют, серый – цвет скромности.

Считается, что существуют каталоги цветов, так в царской России было 400 цветов, в СССР – 30, а сейчас в России – до 600 цветов.

Интересные названия цветов: маренго, сиракузы, помпея, сольферино, куинджи, жаклин, морозная паутина, серебряная рефлексия, абрикос в молоке, грязный персик, пупсик, буря, моджахед, пепел розы, цвет бедра испуганной нимфы.

Молодежные цвета – ярко-голубой, светло-оранжевый, морковный, лимонный, салатный, и все это с люминесцирующим и перламутровым эффектами.

Богемные цвета – свекла, баклажан, каштан, шоколад, оливковый малахит.

Для среднего класса характерны цвета скошенного луга, светлых оливок, в припыленном исполнении.

Всегда модными являются белый и черный цвета.

Самый напрягающий и раздражающий цвет – ядовито-розовый.

Надписи, в т.ч. фирменные, несут кроме того и рекламную нагрузку (пример: автомобили «Формулы 1»).

Источник художественного совершенства следует искать у природы. Во многих творениях природы тонким образом соединены функциональность, художественное и техническое совершенство.

Примеры: паутина паука, крылья стрекозы, тело дельфина, движения кошки.

Главное требование к проектированию техники – техническое и художественное единство. Техника должна быть функционально совершенной и декоративно красивой. Примеры: космос, авиация, военная техника, автомобили, бытовая техника.

Авиаконструктор Антонов сказал: красивый самолет и летает красиво.

Есть понятие совершенных объектов. К ним относятся, прежде всего, шар, шина.

21. Основные законы развития техники

В основе закономерностей развития техники, также как и для природы, и человеческого общества, лежит эволюционный процесс, т.е. постепенное развитие.

Общий вид эволюционной цепочки: $S_0 \rightarrow S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow S_3 \rightarrow \dots \rightarrow S_n$.

В этой цепочке каждый последующий элемент (объект) совершеннее предыдущего. Примеры: самолет, корабль, лампочка.

1) Закон прогрессивной эволюции техники.

Этот закон отвечает на вопрос – почему и как происходит переход от одного поколения техники к другому.

Суть закона – переход от поколения к поколению связан с устранением возникшего «главного дефекта». Этим «дефектом» является какая-то часть сущности данного объекта, может быть характеристики, системы и т.п., несовершенство которой тормозит общий прогресс. И потом на каком-то этапе развития эта проблема решается. Пример: источники энергии, системы управления, компьютеры.

При этом в законе данный процесс рассматривается на 3-х уровнях: 1 уровень – параметры (П), 2 – технические решения (ТР), 3 – принцип действия (ПД). Происходит исчерпывание возможностей прогресса по одному уровню, процесс переходит на второй и далее на третий. Это эволюционный процесс, но не исключаются и революционные рывки, с перескоком через стадии.

Схема закона приведена на рисунке 17.

2) Закон соответствия между функцией и структурой.

Суть закона – в правильно спроектированном техническом объекте каждый элемент структуры выполняет определенную функцию. Если лишить объект данного элемента, то он либо перестанет функционировать, либо существенно снизит показатели.

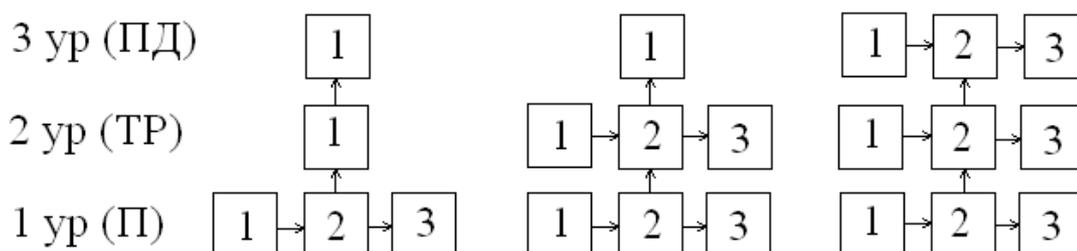


Рис. 17. Схема трех уровней закона прогрессивной эволюции техники

Отсюда вывод – у правильно спроектированного технического объекта нет лишних деталей.

Кроме того, закон показывает связь основных элементов структуры, а значит и свойственных им функций, между собой.

На рисунке 18 приведена схема функциональной структуры на примере обрабатывающего центра. В принципе подобная схема и у

Таблица 2

Передача функций от человека технике по историческим стадиям

Стадии	Каменный век	XV век	Середина XX века	Настоящее время
Функции				
Технологическая	ТО	ТО	ТО	ТО
Энергетическая	Человек	ТО	ТО	ТО
Управления	Человек	Человек	ТО	ТО
Планирования	Человек	Человек	Человек	ТО /Человек

Из таблицы видно, что на заре своей истории человек выполнял практически все функции, первой он отдал технике в виде каменного молотка, копья и т.п. технологическую функцию, затем при появлении пороха и других первых энергетических элементов передал энергетическую функцию. И только в середине прошлого века за счет развития систем управления в основном отдал функцию управления. На очереди – функция планирования. В настоящее время частично идет этот процесс, другой вопрос – насколько это оправдано, целесообразно и безопасно для человеческого общества.

22. Некоторые научные и психологические основы инженерного творчества. Схема Амосова

Результаты творческой деятельности связаны с работой мозга. Как известно, левая сторона мозга отвечает за эмоции, правая – за интеллект. У левшей – наоборот. С точки зрения работы мозга, люди рождаются как бы с одной его половиной, с возрастом идет развитие второй половины.

Процесс появления нового знания по версии проф. Амосова приведен на рисунке 19.

Начинается процесс с формированием потребности, которая должна быть поддержана мотивациями. По Амосову есть три вида потребностей: биологическая, социальная потребность признания и идеальная потребность познания. При этом, конечно, биологическая потребность – приоритетная. Если социальная потребность признания превалирует над идеальной потребностью познания, то это характеризует карьериста, правильнее – наоборот. Человек живет в обществе, которое оценивает роль каждого и, соответственно, вознаграждает. При этом достижение личного уровня должно идти прежде всего за счет образования, получения навыков и опыта. Далее на уровне взаимодействия эмоциональной и интеллектуальной программ формируется воображение, определенное воздействие имеет интуиция. В результате получается новое знание.

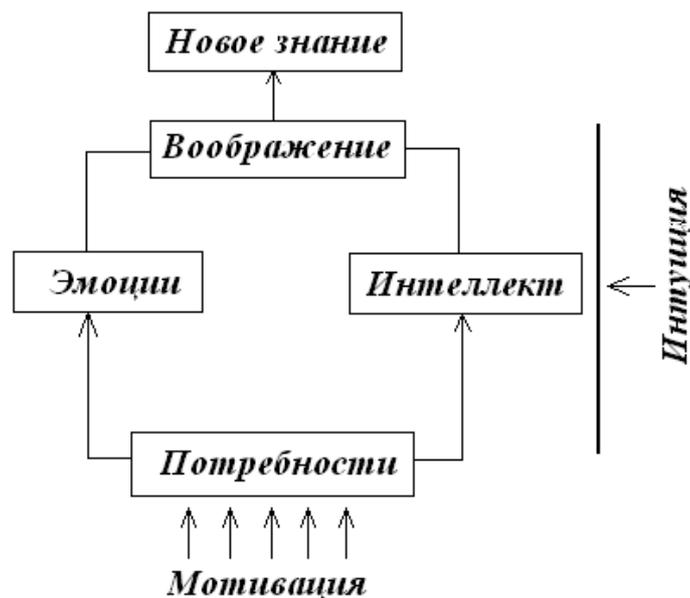


Рис. 19. Схема Амосова получения нового знания

23. Теории жизненного сценария (модели поведения)

Можно рассмотреть четыре модели поведения человека:

- 1 – я хороший, все хорошие. Это лучший вариант, такой человек коммуникабелен, достаточно образован и развит, может быть начальником.
- 2 – я плохой, все хорошие. Такой вариант неплохой, относится к человеку скромному, возможно неврастенического склада, которого надо направлять и которому надо помогать, чтобы не допустить внутреннего опустошения, может быть неплохим научным работником и преподавателем.
- 3 – я хороший, все плохие. Это тип возмутителя спокойствия в коллективе, вариант кляузника, на пути его – конфликты. Может быть и вариант талантливого кляузника.
- 4 – я плохой, все плохие. Здесь следует ожидать полного ухода в себя, человек не видит никаких позитивов вокруг себя, итогом может быть суицид. Это уже больной, такой тип должен быть под контролем общества.

Знание моделей поведения позволяет руководителю лучше выявлять и использовать для творческой деятельности своих сотрудников, подбирать перспективных лиц.

24. Барьеры в техническом творчестве

В творческой деятельности создаются определенные проблемы и препятствия, которые необходимо знать и представлять пути их решения. Известно шесть барьеров:

- 1) барьер знаний. Избыток знаний – тоже барьер знаний.
- 2) барьер – боязнь противоречий. В жизни все время создаются противоречия. К этой сфере относятся известные законы: единство и борьба

противоположностей, отрицание отрицания, практика – критерий истины, среди гаммы истин всегда есть одно противоречие. Известны выражения: отсутствие противоречия – отсутствие истины, если тебя посетила мысль, подвергни её отрицанию. В проектировании – творческая конструкция та, где есть противоречие. Для творческого развития противоречия надо не обходить, а разрешать.

3) боязнь показаться глупым. Граница между умностью и глупостью так тонка, что не пересекая её, трудно найти истину. Модификация – боязнь критики.

4) лень. Это барьер, но с другой стороны лень нужна для отдыха, чтобы набраться сил для нового творческого подъема. Многие гении были несколько ленивы.

5) барьер идеализации. Мы не склонны верить идеальным вещам, желательно уважать, но подходить критически.

6) барьер успеха. Нельзя устанавливаться на достигнутом, надо ставить себе новые, более высокие рубежи.

25. Инженерные методы

Прежде всего надо понять, какую общую цель имеет перед собой инженерное сообщество.

Существует понятие идеальной технической системы, у которой коэффициент полезного действия (КПД) равен 100 %, при этом затрат энергии и как бы самой системы нет, а результат работы, её деятельности, есть. С позиций материализма такого реально быть не может. Но в инженерной деятельности необходимо стремиться к 100 %. Примером идеальной системы является вечный двигатель, которого не существует, но к созданию которого стремятся.

Известны следующие методы:

1) метод проб и ошибок. Принцип – рассматривается, исследуется какое-то поле с неизвестными, проводятся опыты в каких-то точках, вероятность найти искомую точку мала, она возрастает с увеличением числа опытов. Проводятся широкие, охватывающие рассматриваемую сферу исследования, при этом могут быть найдены какие-то другие точки с позитивными результатами.

2) метод или операции Колера – предложены операции противоположного действия. Примеры: излучение – поглощение, сбор – рассеяние, проводимость – изолирование, проведение – непроведение, увеличение – уменьшение, выравнивание – колебание, накопление – выдача, соединение – разъединение, объединение – разделение, фиксирование – расфиксирование. За этими операторами стоят определенные виды оборудования, приборы, технологии, материалы. Применение таких операторов позволяет ускорить и правильно направить исследования.

3) метод мозгового штурма – предложен английским морским офицером

Осборном после первой мировой войны, из-за случая с немецкой торпедой, направленной на английский эсминец. Этот метод предполагает использование команды подготовленных экспертов, которые в короткие сроки при определенной концентрации на проблему находят решение или хотя бы направление решения проблемы.

4) метод эвристических приемов. Метод разработан в СССР. Используется набор способов и приемов (эвристика – наука о законах творческого мышления), подсказывающих исследователю возможные пути исследований. Приемы распределены по группам. Пример: преобразования формы, структуры, движения и силы, материала и вещества, по аналогии, в пространстве и во времени, приемы дифференциации, количественные изменения, использование резервов, профилактических мер, повышение технологичности. В каждой группе по 8 – 19 приемов, всего – 180.

5) морфологический метод. Разработан в 30-х годах 20 века швейцарским астрономом Цвикки, предполагает разделение проблемы поэлементно, рассмотрение всех вариантов, а потом комбинирование лучших элементов. Составляется морфологическая карта. Этот метод рекомендуется для применения в исследованиях на стыках наук, а то и на стыке наук и искусств. Пример: разработка проф. Федорова на стыке физики (оптики) и медицины в области микрохирургии глаза.

6) метод экспертных или взвешенных оценок. Этот метод позволяет анализировать и выбирать лучшие варианты на сочетании совершенно разнородных показателей (прочность, стойкость, производительность, экономичность) по бальным оценкам с учетом весомости (значимости) каких-то показателей.

7) принятие решений в условиях неопределенности. Метод предложен Вельдом (критерий Вельда) как стратегия гарантированного результата, критерий максиминимума, предполагает выбор лучшего варианта из совокупности худших. Формула – $W = \max \min Q$.

Области применения – исследование, предпринимательство. Рекомендуется выбирать лучший вариант из худших.

26. Правовые методы защиты разработок

Защита разработок нужна для исключения нежелательного тиражирования разработок, поддержки национального экспорта.

Создание изделий, имеющих принципиально новое техническое решение – стратегия любой фирмы по достижению наивысшей конкурентоспособности, обеспечению максимального жизненного цикла изделий, в таком случае защита разработки тоже должна быть частью стратегии.

Известны виды собственности: частная, интеллектуальная, промышленная.

А. Виды промышленной собственности (основные):

- 1) изобретение, как техническое решение (вид собственности в форме авторского свидетельства или патента),
- 2) полезная модель – устройство, имеющее пространственное воплощение, как правило, в единичном исполнении,
- 3) промышленный образец – новое художественно-конструктивное решение изделия по внешнему виду, эстетике, дающее положительный эффект и оригинальность,
- 4) товарный знак – обозначение для отличия товаров разных фирм,
- 5) фирменное наименование – озвучивает правильное название фирмы и форму собственности,
- 6) место происхождения товара – географическое место производства товара (страна или регион).

Эти виды промышленной собственности практически и являются правовыми формами защиты разработок, т.к. эти виды собственности защищает закон, через суд.

Основное отличие авторского свидетельства и патента заключается в праве на производство разработки: в первом случае право у государства, во втором – у патентовладельца.

Как и другие формы собственности, промышленная собственность имеет свою цену и может продаваться, в частности, по лицензиям.

Существуют еще так называемые особые виды собственности:

- 1) ноу – хау (знаю как) – тщательно скрываемый конфиденциальный комплекс решений или знаний по какой-то разработке, по сути это не правовая форма защиты, т.к. разработчик сам, без помощи закона, охраняет свою разработку,
- 2) недобросовестная конкуренция – это ложные утверждения, дискредитация конкурентов, хищения, разглашения, промышленный шпионаж, копирование, преследуется законодательством,
- 3) открытие – установление ранее неизвестных, но объективно существующих, закономерностей, свойств, явлений, процессов, материалов, вносящих коренные изменения в уровень познания.

Б. Патентование

Существует система патентования разработок. Цель патентования на государственном уровне – защита отечественного экспорта, продажа лицензий, также защита интересов граждан.

Срок обладания патентом обычно 5 – 20 лет, редко более 10 лет, что объясняется влиянием ускорения научно-технического прогресса.

Обладают патентом: - авторы изобретений,
- правопреемники,
- лица, которым проданы права на патент.

Патентовладельцы могут сами использовать, продать, выдать лицензию на право использования разработки. Без согласия патентовладельца никто не может применять запатентованное изобретение.

Виды патентов:

- 1) основные,
- 2) дополнительные – когда основные еще не утратили силу,
- 3) зависимые – его нельзя использовать без разрешения владельца другого патента,
- 4) комбинационные – сочетание, дающее новый эффект,
- 5) ввозные (в развивающиеся страны) – уже защищенные в других странах, вводится так называемая местная новизна,
- 6) подтвержденные – сначала получается патент в основной стране, потом в её протекторате,
- 7) ложные – несуществующие, «бумажные» патенты.

В. Продажа лицензий

Наиболее активны в продаже лицензий ведущие технически развитые страны мира – США, Англия, Япония, Франция, Германия, Италия, Швейцария.

Лицензия – передача по определенной стоимости другим права использовать научно-техническое достижение.

Обычно это патенты, но бывает и продажа ноу – хау, товарных знаков и т.п.

По объему передачи лицензии бывают:

- простая (неисключительная): лицензиар (автор) оставляет за собой право самому использовать изобретение или передавать 3-м лицам,
- исключительная: лицензиату (покупателю) даны монопольные права, но на определенной территории и на определенное время,
- полная: почти как продажа патента, только за лицензиаром (автором) сохраняется титул разработчика изобретения,
- сублицензия: перепродаваемая лицензиатом (покупателем) 3-м лицам в рамках исключительной или полной лицензий,
- принудительная лицензия: без согласия патентовладельца, по представлению патентных органов, по решению суда.

Существует понятие опционного соглашения – предваряет лицензию, как соглашение о её заключении, частично раскрывает техническое решение.

Г. Инжиниринг

Если по лицензии передаются технические разработки, то инжиниринг – это продажа инженерных услуг. К ним относятся – совокупность работ прикладного характера, включая предпроектные технико-экономические исследования, обоснования планируемых капитальных вложений, доработки технологий, консультирование.

Существуют международные организации инженеров – консультантов: мировой ФИДИК – охватывает 6 тыс.фирм, европейский комитет КЕБИ – 520 фирм.

27. Изобретение

Изобретением признается новое и обладающее существенными отличиями техническое решение задачи в любой области народного хозяйства, социально-культурного строительства или обороны страны, дающее положительный эффект.

Признаки изобретения – новизна (на мировом уровне), существенные отличия (от прототипа) и положительный эффект.

Объектами изобретения признаются:

- а) устройство (машина, станок, прибор, инструмент и т.д.),
- б) способ (технология изготовления изделия, получения вещества, способ обработки, лечения и т.д.),
- в) вещество (смесь, сплав, раствор, полученный механическим путем материал, химические соединения и т.п.),
- г) применение ранее известных устройств, способов, веществ, без изменения их существа, по новому назначению, обеспечивающему новый положительный эффект,
- д) штаммы микроорганизмов (микробиология).

Заявка на выдачу авторского свидетельства на изобретение направляется в адрес Госкомизобретений и состоит из следующих документов:

- а) заявление со справкой о творческом участии соавторов с указанием степени участия в процентах;
- б) описание изобретения;
- г) заключение о новизне, существенных отличиях и положительном эффекте;
- д) акт испытаний;
- е) справка исследований объекта по патентным документам и научно-технической литературе;
- ё) реферат.

В свою очередь, описание изобретения состоит из отдельных абзацев в строгой последовательности, но без нумерации, содержащих:

- а) указание области использования;
- б) характеристики аналогов, с указанием источников, с положительным эффектом и недостатками;
- в) характеристику прототипа, со ссылкой на источник, с положительным эффектом, выделяющим прототип из аналогов, и недостатками. Должны быть раскрыты причины недостатков;
- г) цель изобретения, которая должна быть связана с исправлением выявленных выше недостатков прототипа;
- д) техническая сущность изобретения в отличие от прототипа, при необходимости с пояснительными схемами или чертежами, рецептурами;
- е) примеры конкретного исполнения с обоснованием границ

изобретения.

Формула изобретения – это сжатая словесная характеристика, кратко описывающая техническую сущность изобретения в сравнении с прототипом. При этом в формуле должны быть отражены все существенные признаки объекта изобретения, обеспечивающие достижение положительного эффекта.

Формула должна состоять из «ограничительной части», включающей признаки, общие для заявляемого объекта изобретения и прототипа, цели изобретения, характеризующей положительный эффект, и «отличительной части», включающей признаки, отличающие заявляемый объект от прототипа.

Ограничительная и отличительная части формулы разделяются выражением «отличающийся (-еяся, -аяся) тем, что с целью ...», далее в этом выражении – содержание цели изобретения.

Составление описания изобретения по приведенной последовательности и формулы изобретения составляют результат творческого решения изобретательской задачи.

РАЗДЕЛ 2. Практические работы

1. Практическая работа №1

Определения технического уровня и конкурентоспособности техники на основе экспертных оценок

1.1. Цель работы

Целью работы является определение общего технического уровня и конкурентоспособности объекта техники на конкретных примерах с использованием метода экспертных оценок.

1.2. Теоретическая часть

В условиях рыночной экономики превалирует рынок покупателя. Покупатель задает уровень требования к продукции. Производители в борьбе за покупателя вынуждены конкурировать. Любая продукция уже на стадии определения в ней потребности и разработки должна оцениваться как товар, как объект для реализации. Реализация товара напрямую зависит от уровня его конкурентоспособности.

Конкурентоспособность – возможность успешной продажи товара на определенном рынке в определенный момент времени.

Конкурентоспособность оценивается только относительно другого товара и потому является относительным показателем.

Основная общая формула конкурентоспособности:

$КС = \text{качество} + \text{цена} + \text{обслуживание}$

При этом главным фактором, существенно превалирующим при оценке КС, является уровень качества продукции. Как правило, с ним связано понятие "новизна". Цена играет вторую роль. Широкие

возможности для ряда товаров представляет использование сферы обслуживания (сервиса). Общим двигателем КС является реклама.

Имеются и много других факторов, косвенно влияющих на КС (таможенные правила и тарифы, условия платежа, сроки поставки и т.п.)

Существует несколько методов оценки уровня конкурентоспособности продукции. В настоящей работе применен метод экспертных оценок, сущность которого раскрывается ниже.

1.3. Порядок проведения работы:

1.3.1. Выбрать объект техники.

1.3.2. Выбрать варианты исполнения данного объекта техники.

1.3.3. Установить перечень параметров продукции, связанных с категориями «качество», «цена» и «обслуживание», влияющих на конкурентоспособность.

1.3.4. Осуществить индивидуальную экспертную оценку весовых коэффициентов каждого параметра (степени важности этих параметров по влиянию на результат, т.е. на конкурентоспособность) в отдельности так, чтобы сумма весовых коэффициентов α_i была равна 1. Все весовые коэффициенты оцениваются в диапазоне от 0 до 1. При этом допускается и «0».

Результаты оценок занести в графу «Весовые параметры α_i » таблицы 1.1.

1.3.5. На основе паспортных данных и наблюдений экспертным путем оценить величины параметров рассматриваемых объектов (часть параметров по паспортным данным, остальные чисто экспертно, всё по бальной системе от 0 до 10). Результаты оценки занести в графу «Значения параметров P_i » таблицы 1.

1.3.6. На основе внесенных в таблицу 1 значений параметров P_i выделить значения параметров P_{100} для «идеального» объекта, удовлетворяющего потребности рынка (покупателя) максимально, т.е. на 100%, занести их в соответствующую графу таблицы 2.

1.3.7. Для каждого варианта объекта техники в отдельности по каждому параметру определить индивидуальные коэффициенты соответствия параметров реальных объектов техники параметрам идеального объекта по формуле:

$$g_i = P_i / P_{100} \quad (1)$$

Данная формула применима для параметров в бальном выражении. Для натуральных значений параметров, имеющих при оптимизации стремление к уменьшению (например, цена):

$$g_i = P_{100} / P_i \quad (2)$$

Значения занести в графу «Значения g_i » таблицы 2.

1.3.8. Для каждого объекта отдельно определяют обобщающий коэффициент соответствия реальных объектов идеальным, как сумма произведений весовых коэффициентов на индивидуальные коэффициенты соответствия, по формуле:

$$T_i = \sum (g_i \alpha_i) \quad (3)$$

Результаты занести в таблицу 1.2.

1.3.9. По значениям коэффициентов T_i провести ранжирование, т.е. определить ранги (места) среди рассматриваемых объектов техники.

1.3.10. Определить коэффициент конкурентоспособности K , как отношение:

$$K = T_i / T_{\max} \quad (4)$$

1.3.11. Сделать выводы по результатам таблицы 2, в том числе анализ факторов, в наибольшей степени повлиявших на обеспечение наиболее высокого уровня конкурентоспособности.

1.4. Содержание отчета

Отчет включает последовательно описание цели работы, коротко излагается теоретическая часть, приводится содержание метода экспертных оценок по разделу 1.3., заполняются таблицы 1.1 и 1.2, в завершение – выводы с анализом результатов.

1.5. Контрольные вопросы

1. Понятие конкурентоспособности и технического уровня продукции.
2. Формула конкурентоспособности.
3. Роль качества продукции.
4. Основное содержание метода экспертных оценок.
5. Смысл понятия «идеальный» объект.
6. Понятие «ранжирования».

Таблица 1.1

№	параметры	Весовые параметры α_i	Значения параметров P_i						
			1	2	3	4
1									
2									
3									
...									

Таблица 1.2

Значения параметров для идеального объекта P_{100}	Значения коэффициентов соответствия g_i								
	1	2	3	4
Обобщающий коэф-т T_i									
Ранги									
К-т конкурентоспособности K									

Объект – сотовый телефон (пример выполнения лаб. раб. №1)

Таблица 1.3

№	Параметры	Весов. коэф. α_i	Значения параметров P_i					
			Samsung Sgn500	Samsung	Siemens S35	Siemens C55	Motorola T200	Mitsubishi
1	Внешнее исполнение	0,15	7	8	5	8	8	9
2	Диапазон действия	0,16	10	8	8	7	5	7
3	Полифония	0,02	3	10	3	7	4	6
4	Цветной(ч/б) дисплей	0,03	5	8	3	4	4	10
5	Графический редакт.	0,10	6	7	3	5	5	8
6	Сменные панели	0,01	0	0	2	4	0	0
7	Удобство пользован.	0,15	10	5	10	7	6	8
8	Антенна	0,04	10	5	10	8	7	8
9	Инфракрасный порт	0,04	5	6	5	7	5	10
10	Объем памяти	0,10	5	5	5	5	5	5
11	Доп. опции(время, календарь, игры и т.д)	0,01	5	7	5	5	3	8
12	Гарантийный срок	0,10	10	10	5	5	5	0
13	Сервисный центр	0,04	10	10	5	5	5	0
14	Страна изготовитель	0,02	7	7	5	5	6	6
15	Размер	0,03	4	7	5	9	9	7

Таблица 1.4

Знач. парам. Для идеального	Знач. коэф-тов соответствия g_i					
	Samsung Sgn500	Samsung	Siemens	Siemens	Motorola	Mitsubishi

объекта P ₁₀₀			S35	C55	T200		
9	0,777		0,888	0,555	0,888	0,88	1
10	1		0,8	0,8	0,7	0,5	0,7
10	0,3		1	0,3	0,7	0,4	0,6
10	0,5		0,8	0,3	0,4	0,4	1
8	0,75		0,875	0,375	0,625	0,625	1
4	0		0	0,5	1	0	0
10	1		0,5	1	0,7	0,6	0,8
10	1		0,5	1	0,8	0,7	0,8
10	0,5		0,6	0,5	0,7	0,5	1
5	1		1	1	1	1	1
8	0,625		0,875	0,625	0,625	0,375	1
10	1		1	0,5	0,5	0,5	0
10	1		1	0,5	0,5	0,5	0
7	1		1	0,714	0,714	0,857	0,857
9	0,444		0,777	0,555	1	1	0,777
Обобщ. к-т T _i	0,8621		0,8037	0,7116	0,7549	0,677 4	0,7893
Ранги	1		2	5	4	6	3
К-т (КС) К	1		0,932	0,825	0,875	0,785	0,915

Варианты к выполнению практической работы №1

Объект – автомобили

№1. 1, 2, 3, 4	№12. 5,10,15,2	№24. 14, 9,12,1
№2. 5, 6, 7, 8	№13. 9,14,1,13	№25. 2,9,13,14
№3. 9,10,11,12	№14. 10,2,6,18	№26. 10,14,5,2
№4. 13,14,15,16	№15. 11,4,9,17	№27. 1,6,7,9
№5. 17,18,1,2	№16. 12,5,16,3	№28. 4,5,9,18
№6. 1,5,9,13	№17. 15,12,3,5	№29. 5,6,12,17
№7. 2,6,10,14	№18. 6,16,10,4	№30. 1,2,17,18
№8. 3,7,11,15	№19. 2,13,18,17	№31. 3,4,10,13
№9. 4,8,12,16	№20. 15,1,6,9	№32. 5,6,11,14
№10. 17,1,2,3	№21. 10,14,2,4	№33. 7,8,12,15
№11. 1,6,11,16	№22. 11,14,15,18	№34. 9,10,13,16
	№23. 2,8,14,16	№35. 10,11,14,17

Нумерация автомобилей

1 VOLVO S40	7 Renault Clio Symbol	13 Land Rover Discovery
2 VOLVO V40	8 Renault Megane Classic	14 Range Rover
3 VOLVO S60	9 Renault Megane Scenic	15 JAGUAR X-Type
4 VOLVO V70	10 Renault Laguna	16 JAGUAR S-Type

5 VOLVO V70 XC AWD	11 Land Rover Freelander	17 JAGUAR X J
6 VOLVO S80	12 Land Rover Defender	18 JAGUAR XK8

2. Практическая работа №2

Определение технического уровня и качества продукции

2.1. Цель работы

На конкретных примерах провести сравнение технического уровня отечественных образцов продукции с импортными.

2.2. Теоретическая часть

В отечественной промышленности в соответствии с ГОСТ принята методика оценки технического уровня продукции. При этом оценивается и качество и, косвенно, конкурентоспособность продукции.

Оценка технического уровня и качества отечественных образцов продукции производится в сравнении с импортными образцами данного вида продукции. Это дает возможность производить оценку соответствия отечественной продукции мировому уровню развития техники.

Процесс оценки включает:

- А) определение номенклатуры показателей;
- Б) формирование группы импортных аналогов;
- В) определение значений основных показателей аналогов;
- Г) выделение основных базовых образцов из группы аналогов;
- Д) сопоставление оцениваемых отечественных образцов с базовыми импортными по значениям показателей, а также с учетом требований мировых стандартов;
- Е) составление заключения о соответствии мировому уровню.

Схема оценки приведена на рисунке 2.1.

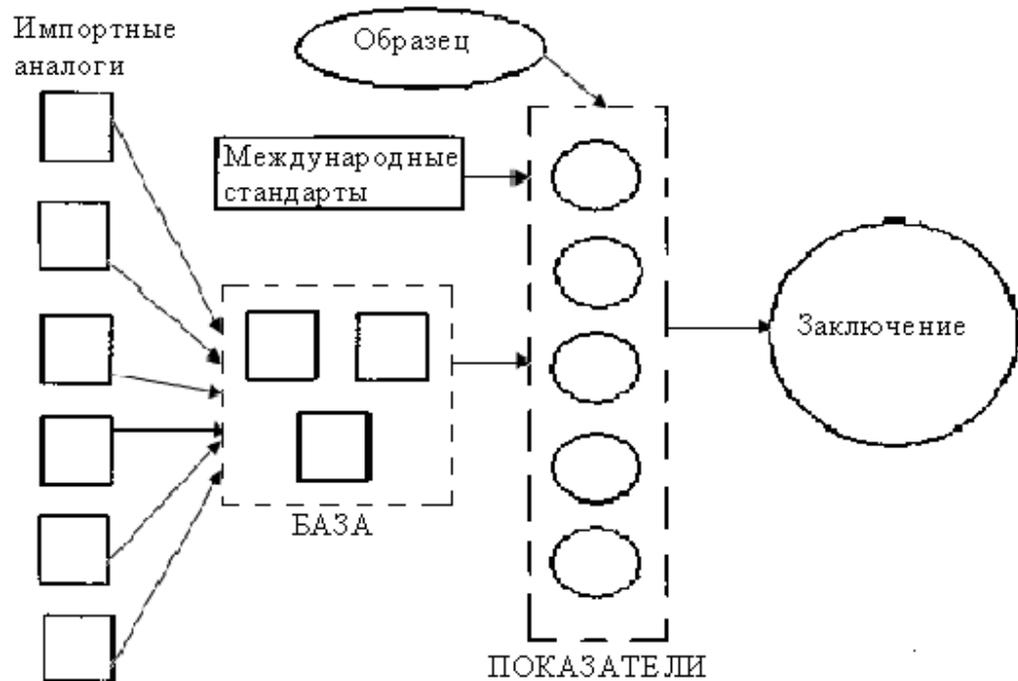


Рис. 2.1 Схема методики оценки технического уровня и качества продукции
К оценочным показателям относятся:

- показатели назначения;
- показатели надежности;
- технологичность;
- эргономические показатели;
- показатели безопасности;
- эстетичность, дизайн;
- экологические показатели;
- экономичность, окупаемость.

В группу импортных аналогов входят, как правило, перспективные и экспериментальные образцы, а также лучшие из реализуемых на мировом рынке.

Мировой уровень принято определять по совокупности основных показателей базовых импортных образцов. Отечественная продукция будет соответствовать мировому уровню, если по совокупности основных показателей будет входить в зону показателей базовых импортных образцов и превосходить, если будет превосходить все базовые образцы. Пример схемы проведения оценки и получения заключения по сравнению отечественных и импортных образцов приведен на рисунке 2.2.

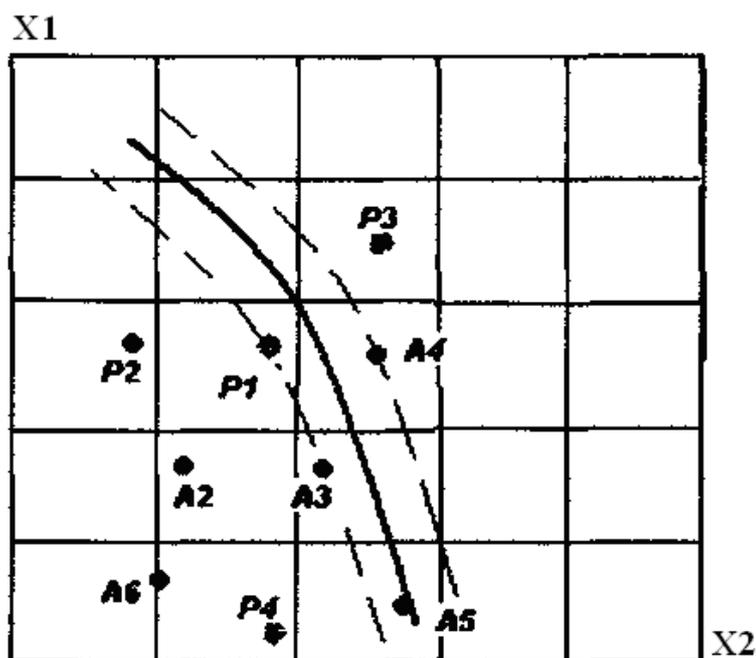


Рис. 2.2 Пример схемы получения заключения по оценке технического уровня при сравнении отечественных (P1 – P4) и импортных образцов (A1 - A6) по показателям X1 и X2

Из примера на рисунке 2.2 можно сделать вывод, что отечественные образцы P2 и P4 не соответствуют, образец P1 соответствует, а образец P3 превосходит мировой уровень, определяемый по показателям лучших, т.е. базовых, импортных образцов A3, A4 и A5.

2.3. Порядок проведения работы

2.3.1. Выбрать объект, т.е. вид продукции, например: инструменты режущие, мерительные и абразивные, колодки, подшипники, ремни, шины, кран, стержни для ручки, ключ, расческа, нож и т.п.

2.3.2. Выбрать спектр основных показателей (из оценочных показателей, но конкретнее) для данного вида продукции, а из них два самых важных (X1 и X2).

2.3.3. Выбрать значения показателей X1 и X2 для 6-ти импортных образцов A из предложенных вариантов диапазонов (таблица), например A₁ (2,4; 3,9),

2.3.4. По значениям показателей 3-х лучших импортных образцов, принятых за базовые, сформировать зону мирового уровня, например, получится: A₂, A₃ и A₆.

2.3.5. Из предложенного диапазона значений показателей X1 и X2 выбрать значения для 4-х отечественных образцов P, например P₁ (1,7; 4,2),

2.3.6. Построить график по показателям X1 и X2 для импортных и отечественных образцов.

2.3.7. Сделать заключение по соответствию технического уровня отечественных образцов мировому уровню.

2.4. Содержание отчета

Отчет по работе состоит из описаний цели, теоретической части с изложением методики оценки технического уровня, практической части с построением схемы сравнения отечественных и импортных образцов по основным показателям, а также заключения (вывода).

2.5. Контрольные вопросы

1. Схема методики оценки технического уровня и качества продукции.
2. Какие импортные образцы берутся. Как определяется «база».
3. Оценочные показатели.
4. Как делается заключение.

Таблица 2.1

Диапазон значений показателей X1 и X2 (по вариантам)

№ варианта	Значения X1	Значения X2
1	3,5 – 7	0,8 – 1,2
2	2,1 – 3,8	20 - 28
3	4,6 – 7,2	16 - 22
4	1,6 – 2,8	0,4 – 0,7
5	8,3 -12,4	0,6 – 0,9
6	6,2 – 12,4	12 - 16
7	10, 1 – 15	10 - 14
8	4 – 6	1,4 – 1,8
9	7,2 – 10,1	0,9 – 1,6
10	3,2 – 6,8	2 - 3
11	3,8 – 5,2	26 - 38
12	2,2 – 4,3	12 - 19
13	5,2 – 8,3	0,5 – 0,9
14	3,9 – 5,1	0,3 – 0,6
15	2,3 – 3,9	13 - 17

3. Практическая работа № 3

Выбор оптимального материала при проектировании детали

3.1. Цель

Отработка методики выбора материала основных деталей проектируемой машины.

3.2. Теоретическая часть

Выбор материала основных деталей машины при ее проектировании является очень важной стадией разработки, его необходимо производить в первую очередь, т.к. результат такого выбора существенно влияет на весь дальнейший ход проектирования.

Основные факторы, влияющие на выбор материала при проектировании, связаны в основном с условиями работы, требованиями к уровню свойств, возможными ограничениями, в т.ч. экономическими.

К таким факторам, следует отнести:

- механические свойства, в т.ч. прочность на разрыв, изгиб, сжатие, твердость, жесткость, упругость, ударная вязкость, сопротивление истиранию;
- усталостная прочность (долговечность);
- состав (химический или композиционный) и удельный вес;
- обрабатываемость резанием;
- способность к пластической деформации (литьё, штамповка, протяжка, ковка);
- возможность чистовой обработки и нанесения покрытия;
- возможность механического крепления или сварки;
- коррозионностойкость;
- теплопроводность;
- электропроводность;
- термостойкость;
- хладноломкость;
- эстетичность;
- стоимость и др.

Пример наиболее встречаемого набора требований и факторов – материал должен быть легким, обрабатываться резанием, легко штамповаться и свариваться, с высокой прочностью, в т.ч. с хорошей ударной вязкостью, коррозионностойким, термостойким, электропроводным, не дорогим.

Перечень конструкционных материалов, которые могут быть использованы при проектировании основных деталей машин:

- сталь конструкционная;
- чугун;
- сталь листовая;
- сталь нержавеющая;
- алюминий;
- медь;
- др. цветные металлы и сплавы;
- керамика;
- графит;
- стекло;
- полимерные материалы (термопласты и реактопласты);
- древесина;
- резина;
- текстиль;
- кожа;
- бумага;
- композиционные материалы и др.;

отдельно, инструментальные материалы:

- инструментальная сталь;

- быстрорежущая сталь;
- твердые сплавы;
- абразивные материалы;
- алмазные и сверхтвердые материалы.

Правильное назначение материала в процессе проектирования машины может быть реализовано путем использования методики, основанной на составлении матрицы. Данные для матрицы собираются по методу экспертных оценок с назначением баллов и оценкой значимости влияющих факторов. Порядок применения данной методики приведен ниже.

3.3. Порядок проведения работы

3.3.1. Выбрать объект техники, материал основных деталей которого планируется назначить;

3.3.2. Провести анализ условий работы объекта, степени воздействия на него влияющих факторов;

3.3.3. Установить, какими качествами должен обладать материал основной детали проектируемого объекта (предъявляемые требования), с учетом условий изготовления;

3.3.4. На основании пп. 2.3.2 и 2.3.3 подобрать и записать в таблицу возможные марки материалов;

3.3.5. На основании п. 2.3.3. установить и записать в таблицу перечень основных влияющих факторов (см. п.2.2.) для данного объекта – А, В, С,....;

3.3.6. Назначить экспертным путем каждому фактору (показателю) весовые коэффициенты α по значимости влияния на принятие решения по проектированию и занести в таблицу 3.1 ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$);

3.3.7. Дать экспертным путем каждому материалу по каждому влияющему фактору оценку К в баллах от 1 до 10 и занести в таблицу 3.1.;

3.3.8. Вычислить значения показателей K_α с учетом весовых как $K_\alpha = K \times \alpha$ по каждому материалу и фактору. Значения K_α записать в таблицу под дробь;

3.3.9. Вычислить по каждому материалу $\sum K_\alpha$;

3.3.10. По величинам $\sum K_\alpha$ установить ранги по материалам;

3.3.11. Составить обобщающий вывод, где:

- отразить результаты анализа условий работы объекта;
- требования к материалу основной детали (обосновать набор возможных материалов);
- обосновать выбор факторов и их значимость;
- обосновать результат работы по матрице решений.

Таблица 3.1.

№	Материал	Значения факторов К/ K_α							$\sum K_\alpha$	Ранги
		A α_1	B α_2	C α_3		
1										

2											
3											
4											
...

3.4. Содержание отчета

Отчет по работе состоит последовательно из описания цели, теоретической части, порядка выполнения работы, приводится выбор объекта, анализ условий этой работы и требования к материалу основной детали, далее производятся действия по матрице решений с использованием метода экспертных оценок, в завершение вывод по работе.

3.5. Контрольные вопросы

1. Цель работы.
2. Методика построения матрицы решений.
3. Виды конструкционных материалов.
4. Основные влияющие факторы, требования к материалам.
5. Весовые коэффициенты – их смысл.
6. Роль материала при проектировании.

4. Практическая работа № 4

Проведение анализа качества выпускаемых деталей с помощью гистограммы

4.1. Цель работы

Приобрести навык графического представления результатов по качеству выпускаемых деталей.

4.2. Теоретическая часть

Гистограмма – способ графического представления табличных данных. Гистограмма отображается серией столбиков одинаковой ширины, но разной высоты. Ширина столбика представляет интервал в диапазоне наблюдений, высота – количество наблюдений (измерений), попавших в данный интервал.

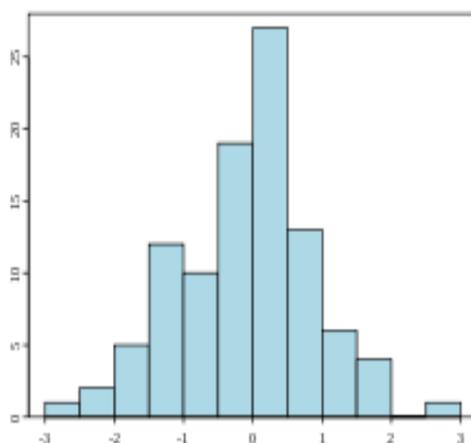


Рис. 4.1 Пример гистограммы

При нормальном законе распределения данных существует тенденция расположения большинства результатов наблюдений ближе к центру распределения (к центральному значению) с постепенным уменьшением при удалении от центра. Таким образом, гистограмма представляет собой графическое изображение зависимости частоты попадания элементов выборки от соответствующего интервала группировки.

Пример: для однотипных деталей, обрабатываемых на фрезерном станке, толщина которых должна составлять 6,00 мм, путем измерения получены данные, представленные в таблице 4.1. Толщина детали имеет допустимые размеры в пределах от 3,00 мм до 9,00 мм (т.е. поле допуска 6 мм). По представленным данным построить гистограмму и проанализировать качество технологического процесса (фрезерную операцию).

Таблица 4.1

Номер интервала	Интервалы, мм.	Частота (количество деталей) К
1	3,00-3,49	-
2	3,50-3,99	1
3	4,00-4,49	2
4	4,50-4,99	9
5	5,00-5,49	12
6	5,50-5,99	15
7	6,00-6,49	16
8	6,50-6,99	17
9	7,00-7,49	14
10	7,50-7,99	11
11	8,00-8,49	3
12	8,50-9,00	1
	Сумма С	101

4.3. Порядок выполнения работы

1. Получить данные по вариантам (см. приложение), в т.ч.:
 - размер детали с допуском,
 - количество деталей в центре распределения (K_{\max}).
2. Разделить размер с полем допуска на 8 – 12 равных интервалов.
3. Исходя из количества деталей в центре нормального распределения, примерно распределить количество деталей K по интервалам. Составить и заполнить таблицу аналогично таблице 4.1.
4. Определить общее число деталей C , как сумму K .
5. Построить гистограмму.
6. Посчитать коэффициент интенсивности распределения I , где $I = K_4 / C$,
 K_4 – сумма частот по 4-м центральным интервалам.

4.4. Содержание отчета

Отчет по работе состоит из описаний цели, теоретической части, описания задания по варианту, приводятся таблица с интервалами и частотами, построенная гистограмма, расчет коэффициента интенсивности распределения.

4.5. Контрольные вопросы

1. Что такое гистограмма.
2. Нормальный закон распределения.
3. Привести примеры полей допуска.
4. Что такое частота распределения.
5. Смысл коэффициента интенсивности распределения.

Приложение

Варианты заданий к практической работе № 4:

1. $H = 6,0 + 3,0 - 3,0$ мм, $K_{\max} = 32$
2. $D = 24,0 + 2,0 - 2,0$ мм, $K_{\max} = 60$
3. $V = 60,0 + 5,0 - 5,0$ км/ час, $K_{\max} = 46$
4. $L = 46,0 + 4,0 - 2,0$ мм, $K_{\max} = 17$
5. $H = 100,0 + 6,0 - 6,0$ м, $K_{\max} = 8$
6. $D = 4,0 + 4,0 - 4,0$ см, $K_{\max} = 65$
7. $d = 22,0 + 3,0 - 3,0$ м, $K_{\max} = 30$
8. $L = 12,0 + 5,0 - 5,0$ км, $K_{\max} = 110$
9. $S = 48,0 + 6,0 - 4,0$ мм, $K_{\max} = 21$
10. $H = 12,0 + 3,0 - 2,0$ мм, $K_{\max} = 42$
11. $D = 30,0 + 2,0 - 3,0$ мм, $K_{\max} = 34$
12. $V = 70,0 + 10,0 - 5,0$ км/ час, $K_{\max} = 56$
13. $L = 16,0 + 2,0 - 1,0$ мм, $K_{\max} = 28$
14. $H = 150,0 + 8,0 - 8,0$ м, $K_{\max} = 80$
15. $D = 44,0 + 6,0 - 2,0$ см, $K_{\max} = 35$

5. Практическая работа № 5

Анализ причин несоответствий (брака) показателей качества процесса

5.1. Цель работы

Приобрести навык применения анализа Парето для выявления причин несоответствий (брака) показателей качества процесса, составления соответствующих диаграмм.

5.2. Теоретическая часть

Для обеспечения качества продукции важно выявить причины несоответствий, приводящие к большим экономическим потерям. Для этого сначала целесообразно провести ранжирование несоответствий (дефектов) по их потенциальному ущербу производству. Одним из наиболее распространенных на практике методов выявления наиболее значимых (по затратам) дефектов является анализ Парето. Сущность анализа Парето заключается в выявлении таких дефектов, на поиске причин которых необходимо сосредоточить особое внимание. При этом действует правило Парето, что примерно 80% всех дефектов вызвано небольшим числом причин. Очевидно также, что для производителей необходимо прояснить картину распределения дефектов и потерь, вызванных отбраковкой продукции, где эти дефекты проявятся. Конечно, важно устранить причины наиболее многочисленных дефектов. Но в отдельных ситуациях еще надо бы выявить причины появления пусть немногочисленных, но приводящих к большим производственным издержкам дефектов. Для такого изучения применяется одна из разновидностей анализа Парето – метод ABC.

Пример: В цехе на операции штамповки заготовок коленчатого вала работники контроля отбраковали 200 заготовок. При этом были выявлены следующие виды дефектов и их количество (таблица 5.1): трещины – 10, царапины – 42, пятна – 6, деформации – 104, разрывы – 4, раковины – 20, прочие – 14. Строим столбчатый график (рис. 5.1) по убыванию количества дефектов. Видно, что наиболее количественный дефект – деформации – 52 %, затем царапины – 21 %, раковины – 10 %. Эти три дефекта уже составляют 83 % (группа А). Строим диаграмму Парето по методу ABC (рис. 5.2), как нарастающую сумму дефектов в процентах. При этом такие дефекты, как трещины и пятна, составляют 11 % (средняя или промежуточная группа В), а разрывы и прочие дефекты – 6 % (группа С), т.е. малозначительные потери. Проводим кумулятивную кривую, соединив точки верхних значений дефектов.

Далее проводится анализ возможных внутренних причин возникновения дефекта № 4, т.е. деформаций. Опять же строится диаграмма Парето (рис. 5.3). В данном случае, например, будут влиять причины: перегрев заготовки (76 %), изношенность штампа (17 %) и прочие (7 %). В принципе возможен и более глубокий анализ, в частности, причин перегрева заготовок.

Таблица 5.1

№ пп дефектов	Виды дефектов	Число дефектов, шт.	Процент числа дефектов, %
1	Трещины	14	7
2	Царапины	42	21
3	Пятна	8	4
4	Деформации	104	52
5	Разрывы	7	3,5
6	Раковины	20	10
7	Прочие	5	2,5

Сумма: 200

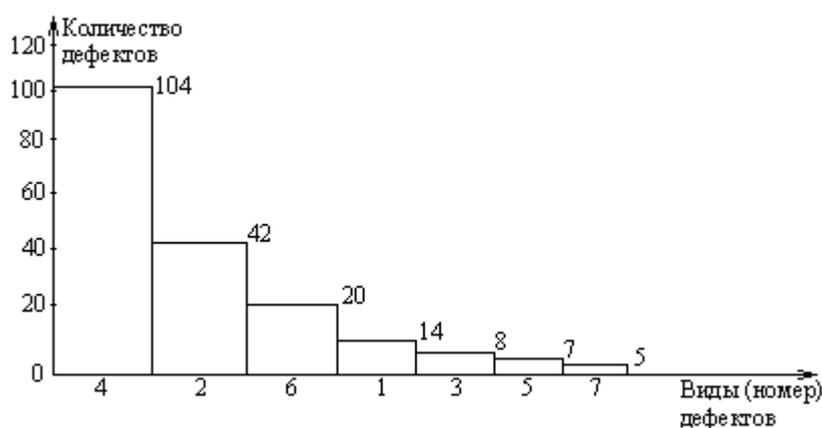


Рис. 5.1. Столбчатый график количества дефектов по их видам

5.3. Порядок выполнения работы

5.3.1. Выписать дефекты согласно полученных вариантов (см. приложение, табл. 5.2), рассчитать проценты числа дефектов. Результаты включить в таблицу по типу таблицы 5.1.

5.3.2. Сгруппировать виды дефектов по убыванию их числа и построить столбчатую диаграмму распределения дефектов по типу рисунка 1.

5.3.3. Построить диаграмму Парето распределения дефектов с нарастающим суммированием по типу рисунка 5.2, выделив группы дефектов А, В и С. На этом же графике начертить кумулятивную кривую числа дефектов (или процентов), соединив точки отрезками прямых линий.

5.3.4. Провести дополнительный анализ причин возникновения самого основного дефекта (не менее 3-х причин) и построить специальную диаграмму Парето по типу рисунка 5.3.

5.3.5. Сделать обобщенный вывод по оценке распределения дефектов и причин их возникновения.

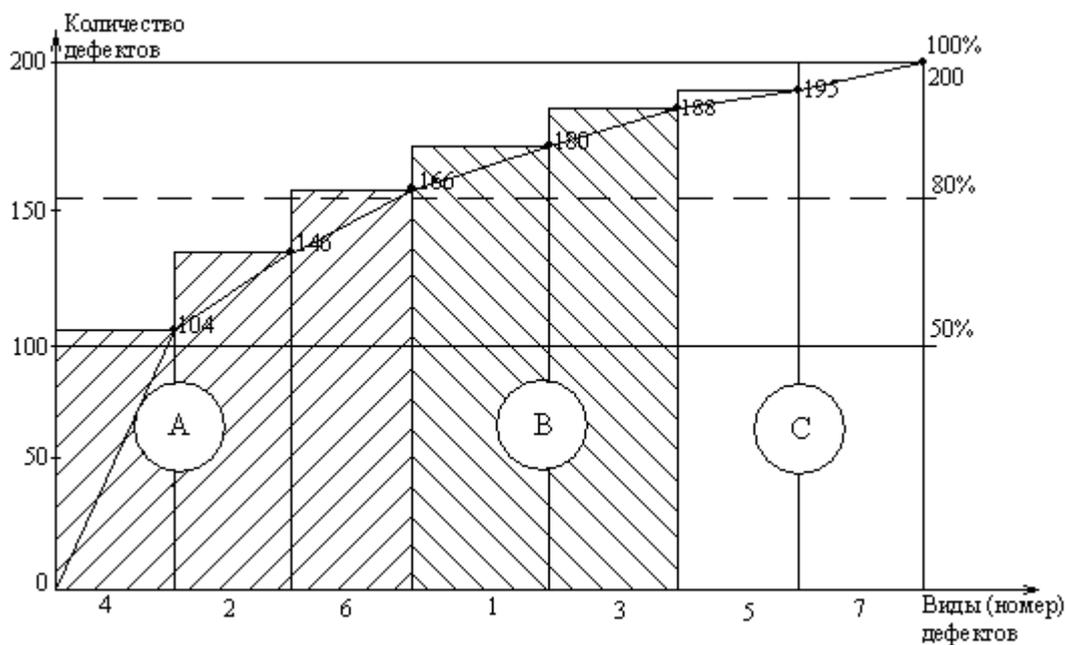


Рис. 5.2. Диаграмма Парето по методу ABC с кумулятивной кривой

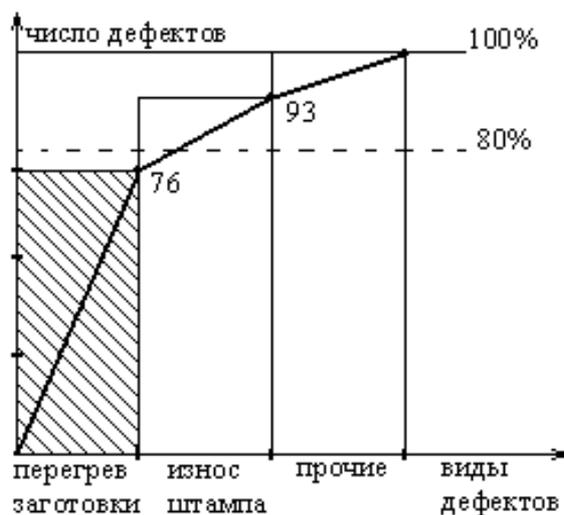


Рис. 5.3. Специальная диаграмма Парето для анализа внутренних причин конкретного дефекта

5.4. Содержание отчета

Отчет должен содержать описание цели работы, теоретической части с примером, порядок выполнения работы, далее идет практическая часть с таблицей и 3-мя графиками, анализ и вывод.

5.5. Контрольные вопросы

1. Анализ и правило Парето.
2. Столбчатая диаграмма.
3. Диаграмма Парето.
4. Метод ABC распределения дефектов.
5. Кумулятивная кривая.
6. Дополнительный анализ причин возникновения основного дефекта.

Приложение
Варианты заданий по номеру в списке группы

Таблица 5.2

варианта	процесс	Параметр	Номера, виды и количество дефектов							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	смешивание	Виды дефектов	непромес	включения	липнет	влажность	сухость	цвет	разрывы	Прочие
		Число дефектов	46	4	11	18	13	3	3	2
2	прессовка	Виды дефектов	сколы	деформации	толстый	тонкий	перекос	трещины	Рассыпается	Прочие
		Число дефектов	8	20	28	38	92	6	4	4
3	сушка	Виды дефектов	пятна	сколы	деформации	сыпется	Влажность	раковины	Ломаются	прочие
		Число дефектов	12	24	60	168	240	12	72	12
4	обжиг	Виды дефектов	вспучивание	пятна	раскол	трещины	деформации	раковины	Нетвердые	прочие
		Число дефектов	8	4	5	15	42	3	21	2
5	резание	Виды дефектов	сколы	цвет	пятна	облой	риск и	царапины	Деформации	прочие
		Число дефектов	48	8	4	26	86	6	18	4
6	штамповка	Виды дефектов	облой	деформации	сколы	трещины	Царапины	разрывы	раковины	прочие
		Число дефектов	57	123	60	18	12	9	15	6

7	ковка	Виды дефектов	деформации	цвет	сколы	облой	трещины	царапины	разрывы	прочие
		Число дефектов	48	3	8	21	10	3	5	2
8	сварка	Виды дефектов	цвет	трещины	отслоение	непрочное	внешний вид	наросты	раковины	прочие
		Число дефектов	3	11	28	42	7	5	2	2
9	шлифование	Виды дефектов	царапины	деформации	прижоги	пятна	цвет	риски	не в размер	прочие
		Число дефектов	2	19	39	7	3	18	10	2
10	сварка	Виды дефектов	трещины	цвет	напльвы	отслоения	непрочное	внешний вид	раковины	прочие
		Число дефектов	3	2	20	38	21	11	3	2
11	полирование	Виды дефектов	волнистость	деформации	риски	пятна	цвет	не в размер	внешний вид	прочие
		Число дефектов	35	3	3	25	20	6	6	2
12	т/о обработка	Виды дефектов	пятна	трещины	деформации	раковины	нетвердое	вспучивание	непрочное	прочие
		Число дефектов	7	4	27	6	23	3	28	2
13	сшивки	Виды дефектов	неровная	непрочное	сдвиг	деформации	зазоры	разрывы	смещение	прочие
		Число дефектов	37	27	7	4	6	2	15	2
14	кле	Виды	не	внешн	Царап	трещ	разр	зазор	смеще	проч

		дефектов	прочное	ий вид	ины	и-ны	ывы		ние	ие
	пка	Число дефектов	22	7	2	3	5	33	26	2
15	запросов ка	Виды дефектов	деформации	не прочное	сколы	царапины	перекос	смятие	не в размер	прочие
		Число дефектов	31	6	2	2	48	7	2	2

6. Практическая работа № 6

Анализ целесообразности создания или модернизации изделия

6.1. Цель работы

Целью работы является научиться проводить технико-экономическое обоснование проектируемой изделия (машины, узла, детали).

6.2. Теоретическая часть

Для постановки на производство новой продукции необходимо сделать:

- а) обоснование технической целесообразности (возможность реализации технического действия, имеющего целью обеспечение признанной потребности, новизны);
- б) обоснование возможности изготовления в реальном производстве;
- в) экономическое обоснование (степень полезности по достигаемому результату).

Для ТЭО нового объекта техники в целом необходимо:

- а) определить основные критерии функционирования объекта (показатели: скорость, грузоподъемность, мощность и т.д.);
- б) определить важнейшие критерии адекватности, связанные с условиями и результатами функционирования объекта, в частности, долговечность в процессе эксплуатации, достигаемая производительность, наработка, стойкость, надежность, материалоемкость, трудоемкость и т.п.;
- в) определить экономические показатели, связанные со старым и новым объектами (цена, себестоимость, капитальные затраты на проектирование, изготовление и обработку образцов, испытание, подготовку производства и т.д.).

Далее обосновывается техническая целесообразность новой конструкции на основании прогрессивности изменения критериев адекватности, всех вместе или отдельных, наиболее важных. Обоснование возможности изготовления избранного варианта технического решения проводится путем анализа его реализации с использованием современных

технологических методов, оборудования, материалов и инструментов.

Основная часть ТЭО – экономическое обоснование или, точнее, обоснование полезности нового объекта. Может быть полезность социальная, в интересах безопасности государства, человека, природы и т.п., а чаще всего, или наряду с первым, экономическая. Во втором случае это выражается в экономическом эффекте. Принято на стадии проектирования определять ожидаемый годовой экономический эффект. Такой эффект может быть вычислен по изменению долговечности (стойкости, наработки), производительности (трудоемкости), материалоемкости, другим элементам себестоимости производства объекта, в целом – цены, а также по полученной прибыли. В конце ТЭО делается обобщенный вывод по всем 3-м направлениям обоснования.

6.3. Порядок проведения работы

6.3.1. Выбрать объект техники, требующий улучшения или замены, в частности, один из видов СДМ или их важную часть (узел).

6.3.2. Выбрать объект для замены или направление улучшения исходного объекта (конструктивное или технологическое).

6.3.3. Выбрать или определить основные критерии функционирования и адекватности. В настоящей работе основным критерием будет являться долговечность (стойкость) работы старого и нового объектов (T_1 и T_2). Отношение $T_2 / T_1 = \alpha$, называется коэффициентом повышения стойкости. При этом в работе принимается условие равенства производительности, материалоемкости и т.п. обоих объектов.

6.3.4. В качестве экономических показателей берутся цены старого и нового объектов (C_1 и C_2), капитальные затраты на разработку и освоение новой техники K с учетом коэффициента окупаемости γ (обычно γ принимают 0,15 – 0,2) и количество изделия в партии n .

6.3.5. Составить обоснование технической целесообразности новой разработки по изменению технических показателей.

6.3.6. Составить обоснование возможности изготовления нового объекта в реальном производстве.

6.3.7. Экономическое обоснование проводится по изменению долговечности (стойкости) работы объекта по сравнению со старым при условии равной производительности (трудоемкости). Для этого определяется ожидаемый годовой эффект по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ог}} = n(C_1 \times \alpha - C_2) - \gamma \times K \quad (1)$$

где $n, C_1, C_2, \alpha, \gamma, K$ – см п.п 1.3.3. – 1.3.4.

Если экономический эффект получается отрицательным, необходимо определить, при какой величине коэффициента α_{min} эффект становится положительным, для этого в формуле (1) берут $\mathcal{E}_{\text{ог}} = 0$. Отсюда определяется формула для α_{min} , как для x , производится вычисление, записывается условие получения эффекта.

6.3.8. Делается общий содержательный вывод по ТЭО, суммируя все

три вида обоснования.

6.4. Содержание отчета

Отчет по работе состоит из описаний цели, теоретической части с изложением последовательности ТЭО, описания старого и новых объектов, выбранных показателей, приводятся формулировки обоснований по всем 3-м направлениям, в т.ч. расчет эффекта, в завершение подробный общий вывод по ТЭО.

6.5. Контрольные вопросы

1. Понятие ТЭО.
2. Три направления обоснования нового объекта.
3. Что такое критерии функционирования и адекватности.
4. Основные экономические показатели технических объектов.
5. Понятия социальной и экономической полезности.
6. Виды расчетов экономического эффекта.
7. Коэффициент повышения стойкости.
8. Коэффициент окупаемости капитальных затрат.
9. Как исключить отрицательный эффект.

7. Практическая работа № 7

Решение изобретательской задачи и составление заявки на изобретение

7.1. Цель работы

На примерах отработать схему решения изобретательской задачи и составить формулу и заявку на изобретение.

7.2. Теоретическая часть

Изобретением признается новое и обладающее существенными отличиями техническое решение задачи в любой области народного хозяйства, социально-культурного строительства или обороны страны, дающее положительный эффект.

Признаки изобретения – новизна (на мировом уровне), существенные отличия (от прототипа) и положительный эффект.

Объектами изобретения признаются:

- а) устройство (машина, станок, прибор, инструмент и т.д.);
- б) способ (технология изготовления изделия, получения вещества, способ обработки, лечения и т.д.);
- в) вещество (смесь, сплав, раствор, полученный механическим путем материал, химические соединения и т.п.);
- г) применение ранее известных устройств, способов, веществ, без изменения их существа, по новому назначению, обеспечивающему новый положительный эффект;
- д) штаммы микроорганизмов (микробиология).

Изобретение – это техническое решение, выражающееся в правовом плане (по форме собственности) в авторском свидетельстве или патенте на изобретение. В первом случае приоритет использования за государством, во

втором – за автором изобретения.

Заявка на выдачу авторского свидетельства на изобретение направляется в адрес Госкомизобретений и состоит из следующих документов:

- а) заявление со справкой о творческом участии соавторов с указанием степени участия в процентах;
- б) описание изобретения;
- г) заключение о новизне, существенных отличиях и положительном эффекте;
- д) акт испытаний;
- е) справка исследований объекта по патентным документам и научно-технической литературе;
- ё) реферат.

В свою очередь, описание изобретения состоит из отдельных абзацев в строгой последовательности, но без нумерации, содержащих:

- а) указание области использования;
- б) характеристики аналогов, с указанием источников, с положительным эффектом и недостатками;
- в) характеристику прототипа, со ссылкой на источник, с положительным эффектом, выделяющим прототип из аналогов, и недостатками. Должны быть раскрыты причины недостатков;
- г) цель изобретения, которая должна быть связана с исправлением выявленных выше недостатков прототипа;
- д) техническая сущность изобретения в отличие от прототипа, при необходимости с пояснительными схемами или чертежами, рецептурами;
- е) примеры конкретного исполнения с обоснованием границ изобретения.

Формула изобретения – это сжатая словесная характеристика, кратко описывающая техническую сущность изобретения в сравнении с прототипом. При этом в формуле должны быть отражены все существенные признаки объекта изобретения, обеспечивающие достижение положительного эффекта.

Формула должна состоять из «ограничительной части», включающей признаки, общие для заявляемого объекта изобретения и прототипа, цели изобретения, характеризующей положительный эффект и «отличительной части», включающей признаки, отличающие заявляемый объект от прототипа.

Ограничительная и отличительная части формулы разделяются выражением «отличающийся (-еся, -аяся) тем, что с целью ...». Далее в этом выражении – содержание цели изобретения.

Составление описания изобретения по приведенной последовательности и формулы изобретения составляют результат творческого решения изобретательской задачи.

7.3. Порядок выполнения работы

7.3.1. Выбрать объект изобретения. Название должно соответствовать объектам, признаваемым изобретениями.

7.3.2. Подобрать аналоги, установить прототип.

7.3.3. Установить общие и отличительные признаки, основные параметры и показатели, в т.ч. экономические.

7.3. 4. Отметить недостатки аналогов и прототипа.

7.3. 5. Установить, какие недостатки прототипа можно исправить, с какой целью.

7.3.6. Наметить, каким техническим путем можно исправить отмеченные недостатки, какой эффект достигается.

7.3.7. По содержанию п. 7. 3.1 - 7. 3.6 заполнить таблицу, обобщающую решение изобретательской задачи.

Таблица 7.1

Объект	Аналоги	Недостатк и	Прототип	Недостатк и	Цель работ ы	Что изменим или добавим в прототип

7.3.8. По абзацам расписать содержание изобретения, при необходимости предварительно сформулировав отдельные фразы (см. 7.2)

7.3.9. Составить формулу изобретения (см. 7.2).

7.4. Содержание отчета

Отчет по работе включает цель, содержание теоретической части, обобщающую таблицу решения изобретательской задачи, описание изобретения и формулу изобретения.

7.5. Контрольные вопросы

1. Признаки изобретения.
2. Объекты изобретения.
3. Состав заявки на изобретение.
4. Содержание описания изобретения.
5. Связь цели изобретения с прототипом.
6. Что такое формула изобретения?
7. Чем разделяется ограничительная и отличительная части формулы изобретения?
8. Отличие авторского свидетельства и патента.
9. Смысл понятия «положительный эффект изобретения».

РАЗДЕЛ 3. Тесты

Тесты по теме

«Особенности инженерного проектирования промышленной продукции в условиях рыночной экономики»

1. Что такое эвристика?

Наука о ...

- а) методах исследования
- в) законах мышления

- б) законах образования
- г) методах разработки

2. Как сбываются прогнозы в технике?

- а) не сбываются
- б) сбываются на 100 %
- в) сбываются на 20 – 30 %
- г) сбываются на 55 – 65 %

3. Конкурентоспособность – это возможность успешной реализации товара на.....рынке в определенный момент времени?

- а) любом
- б) определенном
- в) оптовом
- г) лучшем

5. Что такое демпинг?

- а) ухудшение качества
- б) сброс процента по кредитам
- в) сброс цены
- г) снижение налога

6. Стратегия обеспечения конкурентоспособности на 1 этапе жизненного цикла продукции (освоение рынка)

- а) снижение цен
- б) модификация продукции
- в) использование уровня качества
- г) использование сложившейся системы обслуживания

7. Стратегия обеспечения конкурентоспособности на 2 этапе жизненного цикла продукции (рост размеров рынка)

- а) снижение цен
- б) модификация продукции
- в) использование уровня качества
- г) использование сложившейся системы обслуживания

8. Стратегия обеспечения конкурентоспособности на 3 этапе жизненного цикла продукции (стабильный рынок)

- а) снижение цен
- б) модификация продукции
- в) использование уровня качества
- г) использование сложившейся системы обслуживания

9. Стратегия обеспечения конкурентоспособности на 4 этапе жизненного цикла продукции (спад продаж)

- а) снижение цен
- б) модификация продукции
- в) использование уровня качества
- г) использование сложившейся системы обслуживания

10. Технический уровень продукции при аттестации, с чем сравнивать надо (по утвержденной методике)? С образцами

- а) серийными
- б) импортными
- в) стандартными
- г) планируемыми

11. \longrightarrow что это в сетевом графике распределения работ?

- а) работа
- б) пути
- в) событие
- г) признак

12. \bigcirc – что это в сетевом графике распределения работ?

- а) работа
- б) признак
- в) явление
- г) событие

13. \bigcirc — \bigcirc — \bigcirc — \bigcirc — что это в сетевом графике распределения работ?

- а) работа
- б) путь
- в) событие
- г) признак

14 . Формула конкурентоспособности?

- а) качество + цена + реклама
- б) цена + обслуживание + реклама

- в) качество + количество + цена
 - г) качество + цена + обслуживание
15. Что такое нормативное прогнозирование
- а) по заданию правительства
 - б) от имеющегося к планируемому
 - в) от заданного на перспективу
 - г) свободный поиск
16. Что такое изыскательное прогнозирование?
- а) по заданию правительства
 - б) от имеющегося к планируемому
 - в) от заданного на перспективу
 - г) свободный поиск
17. Основная причина не полного осуществления прогнозов развития техники?
- а) ошибка планирования
 - б) безопасность жизнедеятельности
 - в) перестраховка
 - г) отсутствие задания
18. В каком случае случается монопольное положение в производстве?
- а) 30 – 40 %
 - б) 100 %
 - в) не бывает
 - г) 51 %
19. Что такое цена равновесия в графике спрос – предложение?
- а) усредненная цена
 - б) max цена
 - в) min цена
 - г) цена по себестоимости
20. Какой размер партии продукции называют минимальной при оценке возможности освоения производства?
- а) 1 штука
 - б) при которой начинает получаться прибыль
 - в) при которой получается max прибыль
 - г) min по количеству
21. Что относится к фиксированным затратам при производстве продукции?
- а) материалы
 - б) зарплата

- в) энергия
- г) реклама

22. Что относится к переменным затратам при производстве продукции?

- а) реклама
- б) наука
- в) материалы
- г) маркетинг

23. Что такое физический износ оборудования?

- а) износ основного узла
- б) разрушение
- в) поломка
- г) не обеспечиваются заданные требования

24. Какой бывает набор требований к продукции?

- а) необходимый и достаточный
- б) экономичный
- в) max и min
- г) простой и сложный

25. Что не является параметром типизации в списке требований к продукции?

- а) типаж
- б) изобретение
- в) базовый образец
- г) прототип

26. Какой из факторов не характеризует технологичность производства?

- а) рациональный расход материала
- б) минимальные затраты труда
- в) высококвалифицированные сотрудники
- г) серийное оборудование

27. Что не может быть параметром компенсации снижения массоемкости?

- а) ребра жесткости
- б) новый материал
- в) ремонт
- г) повышение скорости

28. Какие не бывают цены?

- а) оптовые
- б) демпинговые
- в) экспортные

г) открытые

29. Какие факторы могут сильнее снижать конкурентоспособность?

- а) уровень организации производства
- б) уровень цен, ставок, тарифов
- в) технический уровень производства
- г) уровень качества

30. Что такое прототип?

- а) ближайший по уровню образец
- б) идеальный образец
- в) стандартный образец
- г) базовый образец

31. Что такое стандартизация?

- а) изготовление по ГОСТ
- б) обязательное испытание
- в) соответствие аналогу
- г) изготовление из стандартных деталей

32. Что такое сертификация?

- а) соответствие аналогу
- б) изготовление по ГОСТ
- в) обязательное или добровольное испытание
- г) изготовление из стандартных деталей

33. Что решается при проектировании продукции в этапе «Распределение»?

- а) продажа
- б) пути распространения
- в) определение потребителей
- г) лицензирование

34. Что решается при проектировании продукции в этапе «Потребление»?

- а) сбыт
- б) реклама
- в) разработка эксплуатационных условий и документов
- г) лицензирование

35. Что решается при проектировании продукции в этапе «Решение»?

- а) заключение договоров
- б) разработка конструкторского проекта
- в) изготовление опытного образца
- г) испытания

36. Какой правильный перечень видов чертежей?
а) рабочий, теоретический, схематический, сетевой ...
б) рабочий, сборочный, теоретический, габаритный ...
в) сборочный, габаритный, объемный, сетевой ...
г) теоретический, сборочный, объемный, циклический ...
37. Операция термообработки, это ...
а) увеличение объема
б) увеличение плотности
в) изменение структуры
г) изменение размеров
38. Ноу-хау, что это?
а) новое изобретение
б) скрываемое техническое решение
в) открытие
г) новое техническое решение
39. Что не является признаком изобретения?
а) новизна
б) положительный эффект
в) соответствие стандартам
г) существенное отличие
40. Что такое открытие?
а) неизвестное явление
б) новое техническое решение
в) новый материал
г) новая технология
41. Что не является объектом изобретения
а) устройство
б) материал
в) принцип действия
г) штамм микроорганизмов
42. Схема Амосова – что это?
а) распределение новых знаний
б) воспроизводство новых знаний
в) выбор оптимального решения
г) анализ схем решения проблем
43. Что такое метод эвристических приемов?
а) метод расчета

- б) метод образования
- в) инженерный метод
- г) художественный метод

44. Где правильный перечень функций, свойственных техническому объекту?

- а) техническая, энергетическая, управления, планирования
- б) технологическая, энергетическая, управления, планирования
- в) технологическая, энергетическая, управления, экономическая
- г) техническая, энергетическая, управления, экономическая

45. Накопление – выдача, что это?

- а) операция Колера
- б) переменные Гилберта
- в) стилистические элементы
- г) схема Амосова

46. Что такое прогрессивная эволюция техники?

- а) последовательная цепочка развития
- б) циклическая система развития
- в) многоуровневая система развития
- г) чередование революционных и застойных периодов

47. Какой функции нет среди принятых для технического объекта?

- а) планирования
- б) управления
- в) технологической
- г) экономической

48. В законе стадийного развития техники в каком порядке человек отдает выполнение своих функций машинам

- а) технологическая – энергетическая - управления - планирования
- б) энергетическая – технологическая – управления – планирования
- в) управления – энергетическая - технологическая – планирования
- г) технологическая – управления – планирования - энергетическая

49. Какие не бывают потребности человека

- а) физиологические
- б) признания
- в) критики
- г) познания

50. Как необходимо поступать с барьером противоречий в техническом творчестве?

- а) ломать
- б) разрешать
- в) обходить
- г) останавливаться

51. Что такое идеальная система?

- а) производительность – max
- б) на уровне изобретений 100%
- в) наукоемкость – 100%
- г) КПД - 100%

52. Что такое коэффициент «альфа» в методе экспертных оценок?

- а) максимальности
- б) минимальности
- в) значимости
- г) оптимальности

53. Критерий Вельда в схеме принятия решений в условиях неопределенности – критерий?

- а) минимума
- б) минимаксима
- в) максимума
- г) максиминимума

54. За счет каких факторов не планируют получить ожидаемый экономический эффект?

- а) производительность
- б) безопасность
- в) массоемкость
- г) долговечность

55. В формуле экономического эффекта $\mathcal{E} = p(C_1x_a - C_2) - ux_K$

Что означает p

- а) размер партии изделий
- б) коэффициент использования капитальных затрат
- в) коэффициент повышения стойкости (долговечности)
- г) капитальные затраты

56. В формуле экономического эффекта $\mathcal{E} = p(C_1x_a - C_2) - ux_K$

что означает a

- а) размер партии изделий
- б) коэффициент использования капитальных затрат
- в) коэффициент повышения стойкости (долговечности)
- г) капитальные затраты

57. В формуле экономического эффекта $\mathcal{E} = p(C1x_a - C2) - uxK$ что означает u
- а) размер партии изделий
 - б) коэффициент использования капитальных затрат
 - в) коэффициент повышения стойкости (долговечности)
 - г) капитальные затраты
58. В формуле экономического эффекта $\mathcal{E} = p(C1x_a - C2) - uxK$ что означает K
- а) размер партии изделий
 - б) коэффициент использования капитальных затрат
 - в) коэффициент повышения стойкости (долговечности)
 - г) капитальные затраты
59. Что означает минимальное значение коэффициента стойкости при ТЭО?
- а) технический уровень разработки
 - б) порог эффективности разработки
 - в) надежность разработки
 - е) перспективность разработки
60. Что такое ремонтпригодность?
- а) самовосстановление
 - б) возможность многократного ремонта
 - в) возможность разового восстановления
 - г) гарантия отсутствия поломок
61. Что такое долговечность?
- а) общий срок эксплуатации
 - б) срок эксплуатации до первого выхода из строя
 - в) срок эксплуатации до 1-го ремонта
 - г) срок эксплуатации между ремонтами.
62. Что такое антропометрия
- а) физиологические данные человека
 - б) данные приборов
 - в) оценка качества продукции
 - г) весоростовые данные человека
63. Инжиниринг – что такое
- а) методики инженерных расчетов
 - б) услуги инженерного характера
 - в) инженерная профессия
 - г) инженерная подготовка

64. Какого психологического барьера в техническом творчестве нет
- а) успеха
 - б) множества
 - в) знания
 - г) противоречий
65. Какой конструкторский проект сдается в производство
- а) технический
 - б) технологический
 - в) рабочий
 - г) расчетный
66. Симметрия, пропорциональность, композиция..... – какие это элементы в художественном проектировании
- а) выразительные
 - б) эстетические
 - в) проектные
 - г) дизайнерские
67. Ведомости, карты, инструкции..... – к каким документам относятся
- а) технические
 - б) конструкторские
 - в) технологические
 - г) транспортные
68. Что такое морфологический метод
- а) метод воспитания
 - б) метод образования
 - в) художественный метод
 - г) инженерный метод
69. Какая система технического объекта наивысшая по уровню воздействия
- а) энергетическая
 - б) планирования
 - в) технологическая
 - г) управления
70. Какие стадии конструкторского проекта
- а) эскизный, инженерный, рабочий
 - б) эскизный, технический, рабочий
 - в) эскизный, рабочий, технологический
 - г) эскизный, технологический, инженерный

71. В каком состоянии должен быть исходный материал на операции прессования изделия?
- а) жидким
 - б) пластичным
 - в) твердым
 - г) порошкообразным
72. ЕСТД – это единая система ... документации
- а) технологической
 - б) технической
 - в) транспортной
 - г) телеметрической
73. Пример совершенного (технически и художественно) объекта
- а) вечный двигатель
 - б) истребитель
 - в) шар
 - г) гайка
74. Спецификация, чертежи, ведомости – к чему относится
- а) конструкторский проект
 - б) техническое задание
 - в) технологический процесс
 - г) технические условия
75. Какую известную систему разрабатывают в биомеханике
- а) машина, задание, среда
 - б) человек, задание, результат
 - в) человек, машина, среда
 - г) машина, деталь, человек

Список рекомендуемой литературы

1. Борисов, В.И. Общая методология конструирования машин/ В.И. Борисов. - М.,Машиностроение. - 1978. - 118с.
2. Хилл, П. Наука и искусство проектирования/ П. Хилл. - М., Мир. - 1973. - 259с.
3. Дитрих Я. Проектирование и конструирование/ Я. Дитрих. - М., Мир. – 1981. - 444с.
4. Половинкин, А.М. Основы инженерного творчества/ А.М. Половинкин. - М., Машиностроение. – 1988. - 361с.
5. Тихонов, Р.М. Конкурентоспособность промышленной продукции/ Р.М. Тихонов. - М., Издательство стандартов. - 1985. - 176с.
6. Сомов, Ю.С. Композиция в технике/ Ю.С. Сомов. - М., Машиностроение. - 1977. – 286с.
7. Патентоведение: Учебник для студентов ВУЗов (под ред. В.Я. Рясенцева) - М., 1976. – 340с.
8. Инженерная психология. Теория, методология, практическое применение (Институт психологии АН СССР).-М., Наука. - 1977. – 295с.
9. Шумячер, В.М. Технические основы создания машин: Учебное пособие/ В.М. Шумячер// ВИСИ. - Волгоград, 1991. – 61с.
10. Прищепенко, В. В. Маркетинг-менеджмент развития (перспектива инновационного менеджмента) / В. В. Прищепенко. – Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2005. - 596с.
11. Заенчик, В. М. Основы творческо-конструкторской деятельности. Методы и организация: учебник для вузов / В. М. Заенчик, А. А. Карачев, В. Е. Шмелев. - М.: Academia, 2004. - 252с.
12. Бурлаченко, О. В. Информационно-технологическое обеспечение эксплуатационных свойств машин и оборудования на основе системы комплексных воздействий: [монография] / О. В. Бурлаченко, В. М. Шумячер; Федеральное агентство РФ, ВолгГАСУ, ВИСТех (филиал) ВолгГАСУ. – Волгоград: ВИСТех: ВолгГАСУ, 2005. - 268с.
13. Бойцов, В. Б. Технологические методы повышения прочности и долговечности: [учебное пособие] / В. Б. Бойцов, А. О. Чернявский. - М.: Машиностроение, 2005. - 128с.
14. Методические указания к лабораторным и практическим работам по дисциплине «Технические основы создания машин»/ ВИСТех (филиал) ВолгГАСУ; /Ю.С. Багайсков, И.В. Дуличенко/.- Волжский: ВИСТех (филиал) ВолгГАСУ, 2009. – 28 с.

Электронное учебное издание

Юрий Сергеевич Багайсков

Особенности инженерного проектирования промышленной продукции в
условиях рыночной экономики

Учебное пособие

Электронное издание сетевого распространения

Редактор Н.И. Матвеева

Темлан 2021 г. Поз. № 33.

Подписано к использованию 30.09.2021. Формат 60x84 1/16.

Гарнитура Times. Усл. печ. л. 5,1.

Волгоградский государственный технический университет.
400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, корп. 1.

ВПИ (филиал) ВолгГТУ.
404121, г. Волжский, ул. Энгельса, 42а.