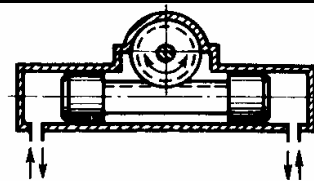


МАЛЫЙ БИЗНЕС:
ТЕХНОЛОГИЯ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО

В. А. Галашев

**Технология поиска
и решения художественно-
конструкторских
задач**



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РФ
ГОУ ВПО УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРОБЛЕМ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ
СПЕЦИАЛИСТОВ МО РФ (ИЖЕВСКИЙ ФИЛИАЛ)

ТЕХНОЛОГИЯ ПОИСКА
И РЕШЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННО-КОНСТРУКТОРСКИХ ЗАДАЧ
(Учебно-методическое пособие)



Ижевск 2008

УДК– 658.512 (075)
ББК – 30.2я7
Г 152

Рецензент: доктор педагогических наук, профессор Ю.Н. Сёмин

Рекомендовано Исследовательским центром проблем качества подготовки специалистов МО РФ (Ижевский филиал) в качестве учебно-методического пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Технология и предпринимательство».

Г 152 Галашев В.А. «Технология поиска и решения художественно-конструкторских задач»: Учеб.-метод. пособие. М., Ижевск: Иссл. центр проблем кач-ва подг. спец-ов, Удм. гос. ун-т., 2008. 283 с.

В работе содержатся основные учебные материалы по авторскому курсу «Технология поиска и решения художественно-конструкторских задач», даны методические рекомендации по изучению этой дисциплины с учетом отражения не только экономической стороны вопроса, но, в первую очередь, с учетом современных подходов к конструированию технических систем с позиций ресурсосбережения, эргономики и эстетики. В работе приведен алгоритм выполнения функционального анализа объектов техники, установлены критерии оценки качества, как уже созданных, так и вновь разрабатываемых вариантов. Представлены другие сведения и материалы, необходимые для подготовки конструктора-разработчика нового типа, которому свойственно думать о завтрашнем дне человеческой цивилизации.

Учебно-методическое пособие разработано на основе опыта работы автора и наработок кафедры теории и методики технологического и профессионального образования Удмуртского государственного университета в области подготовки учителя-технолога.

Пособие предназначено для студентов старших курсов, обучающихся по специальности «Технология и предпринимательство». Оно может быть полезным студентам специальностей конструкторско-технологической направленности.

УДК– 658.512 (075)
ББК – 30.2я7
© Галашев В.А., 2008 г.

Принятые сокращения

АРИЗ – Алгоритм решения изобретательских задач
ИКР – Идеальный конечный результат
ОС – Окружающая среда
ПИ – Психологическая инерция
ТЗ – Техническое задание
ТО – Технический объект
ТП – Техническое противоречие
ТРИЗ – Теория решения изобретательских задач
ТТ – Технические требования
ФС – Функциональная структура
ФСА – Функционально-стоимостный анализ
ФЭколА – Функционально-экологический анализ
ФЭргА – Функционально-эргономический анализ
ФЭстА – Функционально-эстетический анализ

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	9
ЧАСТЬ I. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА	12
Принципы построения курса «Технология поиска и решения художественно-конструкторских задач»	12
Основная цель курса для студента	13
Цели курса	15
Структура курса	17
Учебно-тематический план курса «Технология поиска и решения художественно-конструкторских задач»	18
Содержание курса лекционных занятий	21
Содержание лабораторного практикума	25
Программа самостоятельной работы студента	32
Формы контроля выполнения учебно-исследовательских работ	41
Общие рекомендации по изучению курса	49
ЧАСТЬ II. УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	51
Тема 1: Потребности человека и их удовлетворение с помощью техники	51
Потребности как основа деятельности человека	51

Понятие технической задачи _____	55
Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) _____	56
Трудности, связанные с психологической инерцией (ПИ) мышления _____	58
Методы преодоления ПИ _____	66
Тема 2: Технические противоречия (ТП) и методы их преодоления _____	70
Понятие и виды противоречий _____	70
Приемы и методы преодоления ТП _____	73
Тема 3: Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) _____	80
Базовый алгоритм Альтшуллера Г.С. _____	80
Понятие идеального технического решения. (ИТР). Шаги поиска ИТР _____	83
Усовершенствования АРИЗ. _____	85
Тема 4: Эффекты и их реализация в объектах техники _____	88
Технические эффекты, используемые в изобретательстве _____	88
Нетехнические эффекты, используемые в творческой поисковой работе _____	94
Тема 5: Техническая задача и выбор путей её решения _____	104
Изобретательский уровень технической задачи _____	104
Подходы к конструированию объектов техники _____	105
Критерии оценки решения технической задачи (экономические, экологические, эргономические, эстетические) _____	108
Функции технического объекта _____	109
Тема 6: Функционально-структурный анализ технического объекта _____	113
Методика проведения функционально-структурного анализа технического объекта _____	113
Конструкторская реализация функций объекта (примеры) _____	118

Тема 7: Проведения функционально-стоимостного анализа (ФСА)	
технического объекта	123
Формулировка ФСА	124
Этапы проведения функционально-стоимостного анализ	126
Определение и сравнение стоимости функций	128
Выявление в техническом объекте функциональных зон наибольшего сосредоточения затрат	132
Постановка задач поиска более рациональных и оптимальных конструкторско- технологических решений с позиции ФСА	136
Тема 8: Проведения функционально-экологического анализа (ФЭкоА)	
технического объекта	139
Системный подход к решению технических задач	139
Уравнение экологического баланса. Ресурсосберегающее конструирование технических систем	142
Экологические критерии оценки технического объекта (ТО)	145
Алгоритм проведения ФЭкоА ТО	147
Оценка экологических вариантов ТО	149
Тема 9: Особенности проведения функционально-эргономического анализа (ФЭргА)	
Эргономические показатели качества технического объекта	153
Порядок проведения ФЭргА разработанного технического объекта	157
Тема 10: Особенности проведения эстетической оценки технического объекта	161
Техническая эстетика	161
Этапы эстетического анализа	164

Оценка эстетических показателей качества ТО_____	171
Тема 11: Основные этапы разработки технической документации на технический объект _____	180
Конструирование объекта и его качество_____	180
Правила разработки технического задания на техническое изделие _____	185
Техническое предложение_____	190
Эскизный проект_____	193
Технический проект_____	195
Рабочий проект. Технический паспорт_____	197
Список литературы _____	199
Приложения _____	202
А. Упражнения на преодоление психологической инерции мышления _____	203
Б. Таблица приемов преодоления ТП_____	210
В. Использование основных приемов устранения технических противоречий _____	218
Г. Упражнения по освоению приемов преодоления технических противоречий табличным методом _____	219
Д. Пример проведения функционально-стоимостного анализа (ФСА) технического объекта (ТО)_____	225
Е. Пример проведения функционально-экологического анализа (ФЭколА) технического объекта ТО _____	240
Ж. Эргономическая контрольная карта «Рабочее место»_____	249
З. Пример проведения функционально-эргономического анализа (ФЭргА) технического объекта (ТО)_____	273

И. Пример проведения функционально-эстетического анализа (ФЭстА)	
технического объекта (ТО)_____	279
К. Ключ к тесту_____	282

Заметки на полях

Читать – трудно;
 читать и понимать – сложно;
 читать и думать – хобби для немногих.

Предисловие

Всем известна фраза советского учёного-селекционера И.В. Мичурина: «Мы не можем ждать милостей у природы; взять их у неё – наша задача!» Вырывая её из контекста учения о наследственности, некоторые разработчики техники («конструкторы») руководствуются тем, что ресурсы природы предназначены исключительно человеку, для его блага, что они легко возобновляемы (по закону сохранения и превращения энергии), а поэтому нет необходимости особо задумываться над будущим природы и общества, так как все вернётся «на круги своя». Исходя из того, что человеческая цивилизация технократична и развивается в направлении создания и совершенствования техники, вопросам конструирования новой техники, удовлетворяющей потребности человека, всегда уделялось существенное внимание. Активно велась и ведётся подготовка профессионалов в области создания технических систем различных видов. В высших учебных заведениях открыты соответствующие специальности.

Однако при подготовке специалистов, разработчиков новой техники, не всегда уделяется должное внимание воспитанию технологической культуры конструктора-разработчика, инженера-технолога, опирающегося в своей деятельности на ресурсосберегающие технологии конструирования, производства и эксплуатации техники. А о том, что будет с техникой после завершения ею своего жизненного цикла, разработчик вообще не задумывается. Главное, о чем думает «конструктор» – это о том, будет ли разработанная им техника работать так, как он это задумал, или нет. Закладывая в свою конструкцию уже ранее отработанные решения, он часто становится заложником ранее

допущенных им и другими конструкторами ошибок, негативно отражающихся как на эксплуатационных показателях объектов техники, так и на их реальной стоимости.

Как и прежде, техника конструируется в автономном (структурном) режиме, без привязки к среде, без учета её изменения. Системный подход при обучении конструированию техники по-прежнему только провозглашается, а реально не находит широкого применения в учебном процессе. Аргументация преподавателя, ведущего подготовку будущего разработчика технических систем – главное научить студента конструировать работоспособную технику, а остальному – жизнь научит. Жизнь, конечно, многому может научить, но профессия учителя как раз и заключается в обучении. Учитель технологии и предпринимательства – ещё более ответственен за это. Именно он сам должен будет учить будущих техников, инженеров, конструкторов вести преобразовательную деятельность. А им придется вступать в новую взрослую жизнь, жить, создавая для себя и природы приемлемые условия совместного существования.

В последнее время много говорится о качестве образования. Ориентир на потребителя – главное условие качества образования, подготовки учителя. Для вуза при подготовке специалиста в любой отрасли знаний, в том числе учителя технологии и предпринимательства, в качестве потребителя на первый план выступает студент, его родители, бизнес, наконец, общество, нуждающееся в специалистах той или иной профессии. В стандартах образования учитывается, кажется всё, за исключением главного потребителя – природы. А ведь именно природе понадобился человек, способный помочь ей в её преобразованиях, за счёт его динамичности и интеллекта. И как мы сейчас видим, это обстоятельство – игнорирование мнения природы, ведёт к непоправимым последствиям для самого человека.

В предлагаемом пособии предпринята попытка по иному взглянуть на проблему подготовки специалиста в области разработки технических систем на пользу человека и не в ущерб природе. Процесс разработки новой техники рассматривается сквозь призму, основания которой образуют природа и человек, связанные стоимостными, экологическими, эргономическими и эстетическими гранями.

Темы, затронутые в представленном пособии, на взгляд автора, могут в большей степени способствовать формированию у студентов технологической культуры, являющейся фрагментом общей культуры человека.

Автор выражает благодарность всем, кто принял участие в подготовке и публикации данной работы и будет признателен за замечания и предложения по её улучшению.

Заметки на полях

Проблемы сегодня – решение завтра; решение завтра – проблемы послезавтра.

ЧАСТЬ I. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

1. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ КУРСА «ТЕХНОЛОГИЯ ПОИСКА И РЕШЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННО-КОНСТРУКТОРСКИХ ЗАДАЧ»

Курс входит в число дисциплин предметной подготовки и изучается в течение 6, 7 и 8 семестров в следующем объёме:

Курс	3, 4
Семестр	6,7,8
Всего аудиторных часов	102
Лекции, час	34
Лабораторные работы, час	68
Самостоятельная работа, час	98
Зачет (семестр)	6
Контрольная работа (семестр)	7, 8

Курс изучается параллельно курсу «Основы творчества и проектной деятельности» и является его логическим дополнением при поиске и решении конкретной технической задачи.

Опираясь на полученные студентами знания по выработке и формулированию технической идеи, реализующей конкретную потребность человека, данный курс предусматривает изучение подходов и принципов разработки технического объекта с позиций наиболее эффективной реализации её для человека (в части выполнения этим объектом предназначенных ему функций и его стоимости) и природы (в части экологической целесообразности производства и эксплуатации).

Гуманистическая направленность курса готовит студентов к жизни в гармонии с окружающим миром и формирует у них более высокий уровень технологической культуры.

2. ОСНОВНАЯ ЦЕЛЬ КУРСА ДЛЯ СТУДЕНТА

Освоить приемы и методы (алгоритм) поиска и решения художественно-конструкторских задач.

В основу данного курса положены не только вопросы поиска конструкторского решения имеющейся технической проблемы, но ее оптимизация с позиций опережающего прогнозирования эколого-социальных последствий разработки и эксплуатации создаваемого объекта техники. Алгоритм поиска и решения художественно-конструкторских задач построен на базе системного подхода к конструированию новой техники, объединяющего экономические, экологические, эргономические и эстетические функции технического объекта

Ядро курса представляет собой единство внешних функций (потребность человека) и внутренних функций (состав и взаимодействие элементов) технического объекта, а также стоимости их выполнения в сочетании с экологической, эргономической и эстетической составляющими технического решения.

Для успешного изучения курса на начальном этапе студенту необходимо иметь представление о современных системах поиска технических идей, источников информации, основах проектной деятельности. Уметь пользоваться библиотечными фондами, иметь навыки работы с персональным компьютером.

Программа курса построена на основе обобщении опыта работы инженерно-аналитических служб, использующих традиционные и современные системы анализа производства изделий.

В курсе выделено три блока:

- Теоретический блок, предусматривающий изучение этапов проведения анализа и выбора критериев оценки технического объекта (ТО), а также изучение алгоритма решения технической задачи и стадий конструирования ТО.
- Практический блок предусматривает проведение анализа ТО, конструктивную проработку функций ТО, разработку эскизного и технического проекта ТО, изготовление опытного образца ТО.
- Контрольный блок

Курс имеет практическую направленность на конструирование и изготовление технического объекта с учетом его ФСА, ФЭкоА, ФЭргА и ФЭстА.

Технология обучения основана на синтезе лекционных, лабораторных и самостоятельных занятий студентов.

Оценка знаний и умений студентов проводится в форме зачета с помощью тестирования по вопросам, предусмотренной программой, а также по итогам выполнения самостоятельного конструирования технического объекта по заданной тематике.

3. ЦЕЛИ КУРСА

- обучить студентов системе рационального конструирования технического объекта на основе экономического, экологического, эргономического и эстетического анализа функций объекта в целом и его частей;
- привить студентам способность систематизировать и анализировать полученную информацию;
- обучить студентов системе корректного принятия конструкторских решений на основе их анализа и практической отработки.

После изучения курса в объеме рабочей программы студент должен

иметь представление:

- об основных этапах конструирования технического объекта на основе функционального анализа,
- об основных этапах функционально-стоимостного анализа технического объекта,

- о значении экологического, эргономического и эстетического анализа при конструировании технического объекта;

должен знать:

- основные закономерности конструирования технического объекта,
- алгоритм поиска и решения художественно-конструкторских задач,
- основные этапы разработки технической документации на технический объект;

должен уметь (обладать компетенциями):

- проводить анализ функций технического объекта,
- конструировать технический объект с учетом выполнения его функций и ограничений, накладываемых экономическими, экологическими, эргономическими и эстетическими критериями,

должен владеть

опытом работы по конструированию и практической отработке конструкций технических объектов.

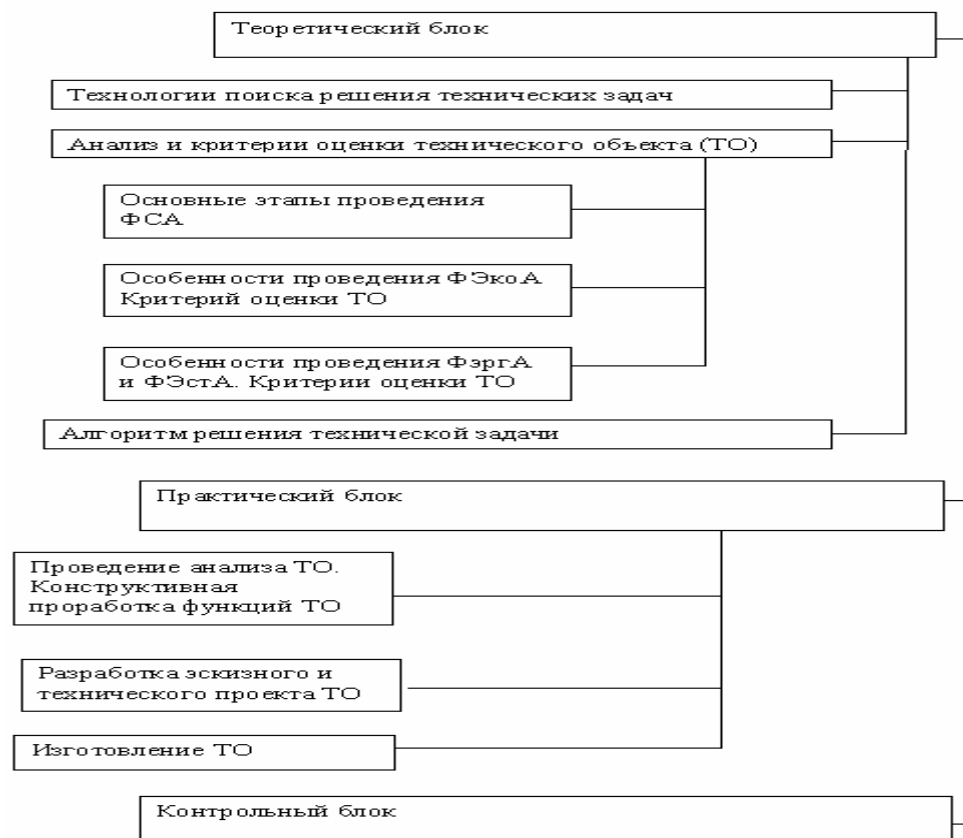
Заметки на полях

По мотивам А. Бирса (Обдумывать – искать оправдание для уже принятого решения):

Проектировать – обосновывать разработанную конструкцию.

Конструировать – разрабатывать конструкцию уже изготовленного технического объекта.

4. СТРУКТУРА КУРСА



5. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН КУРСА
«ТЕХНОЛОГИЯ ПОИСКА И РЕШЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННО-КОНСТРУКТОРСКИХ
ЗАДАЧ»

Распределение часов по темам курса и видам занятий

№	Тема	Количество часов			
		Лекции	Семинары, практические ауд. занятия	Лабораторн ый практикум	Самостояте льная работа
1	2	3	4	5	6
1	Введение	2			2
2	Потребности человека и их удовлетворение с помощью техники	2			2
3	Технические противоречия (ТП) и методы их преодоления	2			2
4	Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ)	2			2
5	Эффекты и их реализация в объектах техники	2			2

1	2	3	4	5	6
6	Техническая задача и выбор путей ее решения	2			2
7	Функционально-структурный анализ технического объекта	2			2
8	Алгоритм проведения функционально-стоимостного анализа (ФСА) технического объекта	4			4
9	Проведение функционально-экологического анализа технического объекта	4			4
10	Особенности проведения функционально-эргономического анализа (ФЭргА)	4			4
11	Функционально-эстетический анализ (ФЭстА) технического объекта	2			2

1	2	3	4	5	6
12	Алгоритм поиска и решения технической задачи	2			2
13	Основные этапы разработки технической документации на технический объект	4			4
14	Обоснование выбора объекта конструирования			2	2
15	Разработка технического задания на проектирование			8	8
16	Разработка технического предложения по выбранному варианту ТО			4	4
17	Разработка эскизного проекта ТО			8	8
18	Разработка технического проекта ТО			8	8

1	2	3	4	5	6
19	Разработка рабочего проекта ТО			6	6
20	Разработка маршрутного технологического процесса изготовления и сборки ТО			6	6
21	Изготовление деталей и сборки ТО			16	6
22	Испытание и доработка ТО			4	4
23	Корректировка и оформление технической документации на ТО			4	12
24	Защита проекта			2	
	Всего:	34		68	98

6. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

Лекция 1. Введение (2 часа)

Предмет и задачи курса «Технология поиска и решения художественно-конструкторских задач».

Структура курса, его взаимосвязь с курсами «Основы технического творчества и проектной деятельности» и «Системы поиска и обработки информации».

Лекция 2. Тема «Потребности человека и их удовлетворение с помощью техники» (2 часа).

Потребности как основа деятельности человека. Понятие технической задачи.

Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ). Трудности, связанные с психологической инерцией (ПИ) мышления. Методы преодоления ПИ. Оператор РВС.

Лекция 3. Тема «Технические противоречия (ТП) и методы их преодоления» (2 часа).
Понятие и виды противоречий. Приемы и методы преодоления ТП.

Лекция 4. Тема «Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ)».
Базовый алгоритм Альтшуллера Г.С. Понятие идеального конечного результата (ИКР). Шаги поиска ИКР. Усовершенствования АРИЗ.

Лекция 5. Тема «Эффекты и их реализация в объектах техники» (2 часа).
Технические (физические, химические, геометрические) эффекты и их применение. Биологические, психологические и эстетические эффекты, их применение в технике.

Лекция 6. Тема «Техническая задача и выбор путей ее решения» (2 часа)
Изобретательский уровень технической задачи. Критерии оценки решения технической задачи (экономические, экологические, эргономические, эстетические). Подходы к конструированию объектов техники. Функции технического объекта

Лекция 7. Тема «Функционально-структурный анализ технического объекта» (2 часа)
Методика проведения функционально-структурного анализа технического объекта.
Конструкторская реализация функций объекта (примеры).

Лекция 8. Тема «Алгоритм проведения функционально-стоимостного анализа (ФСА) технического объекта» (2 часа).
История развития ФСА. Формулировка ФСА. Этапы проведения функционально-стоимостного анализа. Определение и сравнение стоимости функций

Лекция 9. Тема «Алгоритм проведения функционально-стоимостного анализа (ФСА) технического объекта (продолжение)» (2 часа).
Выявление в техническом объекте функциональных зон наибольшего сосредоточения затрат.
Постановка задач поиска рациональных конструкторско-технологических решений

Лекция 10. Тема «Проведение функционально-экологического анализа (ФЭколА) технического объекта» (2 часа).
Системный подход к решению технических задач. Уравнение экологического баланса.
Экологические критерии оценки технического объекта (ТО).

Лекция 11. Тема «Проведение функционально-экологического анализа (ФЭколА) технического объекта (продолжение)» (2 часа).
Алгоритм проведения ФЭколА ТО. Оценка экологических вариантов ТО.

Лекция 12. Тема «Особенности проведения функционально-эргономического анализа (ФЭргА)» (2 часа).

Эргономические показатели качества технического объекта. Эргономическая контрольная карта.

Лекция 13. Тема «Особенности проведения функционально-эргономического анализа (ФЭргА) (продолжение)» (2 часа).

Порядок проведения ФЭргА разработанного технического объекта.

Лекция 14. Тема «Функционально-эстетический анализ (ФЭстА) технического объекта» (2 часа).

Техническая эстетика. Этапы эстетического анализа. Методы количественной оценки эстетического уровня изделий.

Лекция 15. Тема «Алгоритм поиска и решения технической задачи» (2 часа).

Оптимизация критериев при анализе технического объекта. Выбор оснований для разработки сводного критерия. Построение алгоритма.

Лекция 16. Тема «Основные этапы разработки технической документации на технический объект» (2 часа).

Графическая и текстовая документация. Правила разработки технического задания на техническое изделие.

Лекция 17. Тема «Основные этапы разработки технической документации на технический объект (продолжение)» (2 часа).
Эскизный проект. Технический проект. Рабочий проект. Технический паспорт.

7. СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА

Лабораторная работа №1.

Тема: «Обоснование выбора объекта конструирования» (2 часа).
Формулирование потребности. Выбор технического объекта конструирования.
Окончательно выбор объекта согласуется с ведущим преподавателем.

Лабораторная работа №2.

Тема: «Разработка технического задания на проектирование» (8 часа).
Определение технического задания.
Техническое задание (ТЗ) на проектирование должно включать: назначение ТО, показатели назначения, производственно-технологические и эксплуатационные показатели. В ТЗ указываются требования к ТО (его параметры, свойства, показатели), учитывающие функционально-стоимостные, экологические, эргономические и эстетические факторы.

Рекомендуемая литература

Быков В.П. Методика проектирования объектов новой техники: Учебное пособие. М.: высшая школа, 1990. 168 с.
Вульфсон С.И. Уроки профессионального творчества: Учеб. пособие для студ. сред. спец. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 1999. 160 с.

Лабораторная работа №3.

Тема: «Разработка технического предложения по выбранному варианту ТО» (4 часа).
Разрабатываются кинематические, электрические и др. схемы ТО. Производятся необходимые проектировочные расчеты основных элементов ТО. Производится предварительная проработка компоновки ТО.

Лабораторная работа №4.

Тема: «Разработка эскизного проекта ТО» (8 часов).
Определение эскизного проекта. Состав. Уточняются технические требования к ТО, проводятся основные проверочные расчеты деталей ТО.

Рекомендуемая литература

Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т.-6-е изд. перераб.и доп. М.: Машиностроение,1982. т.1-736 с.,т.2-584 с.,т.3-576 с.

Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учебное пособие для машиностроит.спец. вузов. 4 изд.,перераб.и доп. М.: Высшая шк., 1985. 416 с.

Якушев А.И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник для вузов /А.И. Якушев, Л.Н.Воронцов, Н.М.Федотов. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1986. 352 с.

Единая система допусков и посадок в машиностроении и приборостроении: Справочник: в 2-х т. 2-е изд., перераб.и доп. М.: Изд-во стандартов, 1989

Журавлев В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные стали: Справочник. 4-е изд., перераб и доп. М.: Машиностроение,1992. 480 с.

Крайнев А.Ф. Детали машин: Словарь-справочник. М.: Машиностроение, 1992. 480 с.

Лабораторная работа №5.

Тема: «Разработка технического проекта ТО» (8 часов).

Определение технического проекта. Состав. Окончательно согласуются технические требования к ТО, проводятся необходимые проверочные расчеты деталей ТО. Оформляются сборочные чертежи ТО и его сборочные единицы (в редакторе «Компас»). Выявляются комплектующие изделия и стандартные детали. Предварительно составляется спецификация на ТО. Оформляется пояснительная записка, содержащая:

- введение (общая характеристика решаемой проблемы);
- анализ уровня техники, решающей аналогичную проблему;
- техническое задание;
- поиск и выбор варианта ТО;
- обоснование и описание общей компоновки ТО (с приведением необходимых расчетов);
- описание элементов конструкции и их особенностей;
- описание общей организационно-технологической схемы изготовления;
- выводы (степень, качество решения задачи с учетом ФСА, ФЭкоА, ФЭргА и ФЭстА).

Рекомендуемая литература

Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. 6-е изд. перераб.и доп. М.: Машиностроение, 1982. т.1-736 с., т.2-584 с., т.3-576 с.

Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов. 4 изд., перераб. и доп. М.: Высшая шк., 1985. 416 с.

Якушев А.И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник для вузов / А.И. Якушев, Л.Н. Воронцов, Н.М. Федотов. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1986. 352 с.

Единая система допусков и посадок в машиностроении и приборостроении: Справочник: в 2-х т. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во стандартов, 1989

Журавлев В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные стали: Справочник. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992. 480 с.

Крайнев А.Ф. Детали машин: Словарь-справочник. М.: Машиностроение, 1992. 480 с.

Лабораторная работа №6.

Тема: «Разработка рабочего проекта ТО» (6 часов).

Определение рабочего проекта. Состав. Составление спецификации на ТО.

Окончательно готовится графическая документация на ТО для изготовления, делаются заявки на приобретение комплектующих изделий и материалов.

Рекомендуемая литература

Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. 6-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982 - т.1-736 с., т.2-584 с., т.3-576 с.

Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов. - 4 изд., перераб. и доп. - М.: Высшая шк., 1985. - 416 с.

Якушев А.И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник для вузов / А.И. Якушев, Л.Н. Воронцов, Н.М. Федотов. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1986. 352 с.

Единая система допусков и посадок в машиностроении и приборостроении: Справочник: в 2-х т. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во стандартов, 1989
Журавлев В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные стали: Справочник. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992. 480 с.
Крайнев А.Ф. Детали машин: Словарь-справочник. М.: Машиностроение, 1992. 480 с.

Лабораторная работа №7.

Тема: «Разработка маршрутного технологического процесса изготовления и сборки ТО» (6 часов).

Определение критериев оценки технологического процесса изготовления ТО (с учетом ФСА, ФЭкоА, ФЭргА и ФЭстА).

Разработка оптимального варианта маршрутного технологического процесса изготовления и сборки ТО.

Рекомендуемая литература

Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т./Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1986. т.1-656 с., т.2-496 с.

Овечкин В.П., Галашев В.А. Технология машиностроения (учебное пособие). Ижевск; изд-во УдГУ. 1996, 204с.

Лабораторная работа №8.

Тема: «Изготовление деталей и сборка ТО» (16 часов).

Комплектование ТО необходимыми комплектующими изделиями и материалами. Поэтапное (в соответствии с технологическим процессом) изготовление деталей и сборка ТО.

Рекомендуемая литература

Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т./Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1986. т.1-656 с., т.2-496 с.

Нефедов Н.А. Практическое обучение в машиностроительных техникумах. Учебная практика: Учеб. пос. для техникумов. 2-изд, перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1990. 311 с.

Барбашов Ф.А. Фрезерное дело: Учеб. пос. для учебных заведений профтехобразования. М.: Высш. шк., 1973. 280 с.

Лабораторная работа №9.

Тема: «Испытание и доработка ТО» (4 часов).

Разработка программы испытаний ТО. Проведение испытаний. Составление протокола испытаний. Доработка ТО в соответствии с протоколом.

Рекомендуемая литература

Галашев В.А. Проверка геометрической точности токарно-винторезного станка: Метод. указ. Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 1995. 16 с.

Лабораторная работа №10.

Тема: «Корректировка и оформление технической документации на ТО» (4 часов).

Выполнение корректировки графической документации. Составление паспорта на ТО. Подготовка пояснительной записки к ТО.

Пояснительная записка должна включать следующие разделы:

- введение (общая характеристика решаемой проблемы);
- анализ уровня техники и соответствующих элементов школьного технологического образования;
- решаемые социально-технические задачи;
- техническое задание;
- поиск и выбор варианта ТО;
- обоснование и описание общей компоновки ТО;
- описание элементов конструкции и их особенностей;
- описание общей организационно-технологической схемы изготовления;
- выводы (степень, качество решения задачи).

Рекомендуемая литература

Шульга Б.Н., Галашев В.А., Овечкин В.П., Веретенникова Л.К. Дипломные работы (проекты) на психолого-педагогическом факультете по специальности "Технология и предпринимательство". Метод. Рекомендации. Ижевск: 1997г., с. 32

Лабораторная работа №11.

Тема: «Защита проекта» (2 часа).

Материализованный технический объект вместе с пояснительной запиской и комплектом конструкторско-технологической документации представляется на публичную защиту комиссии, которая утверждается ведущей кафедрой.

8. ПРОГРАММА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

График самостоятельной работы по курсу

Се- ме- стр	Недели																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6				К				К				К				К	Зч	
7	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	Кр
8	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	Кр	

Обозначения:

К – консультация;

Зч – зачет;

Кр – контрольная работа.

Формы контроля самостоятельной работы (консультации, собеседования, зачет, контрольная работа).

Перечень тем, выносимых на самостоятельную работу:

1. Проанализировать технический объект с точки зрения ТРИЗ.
2. Разработать схему взаимодействия внешних и внутренних функций по данному объекту.
3. Разработать ТО с учетом ФЭкоА, ФЭргА и ФЭстА.
4. Изготовить ТО и провести испытание его работоспособности.

Рекомендации к выполнению самостоятельной проектной работы

1. Задачи, решаемые при разработке конструкции ТО

- Определение внешней функции ТО, требующей реализации.
- Разработка требований к ТО для выполнения внешних функций.
- Поиск аналогов ТО.
- Анализ недостатков известных решений. Выявление состава и взаимодействия элементов и решений (реализация внутренних функций).
- Выбор прототипа.
- Поиск рационального варианта для реализации внешней функции, используя методы развития творчества.
- Разработка ТЗ на ТО.
- Разработка технического предложения на ТО (проведение структурно-функционального анализа ТО).
- Разработка эскизного проекта на ТО.
- Разработка технического проекта на ТО.
- Проведение ФЭкоА, ФЭргА, ФЭстА ТО.

2. Примерный перечень технических объектов, предназначенных для разработки:

- Устройства для обеспечения и контроля качества обработки или сборки изделий.
- Электромеханические игрушки.
- Макеты и устройства для демонстрации различных эффектов и явлений.
- Приспособления для механической обработки.
- Устройства, облегчающие условия труда.
- Орудия и устройства для спорта и отдыха.

3. Объем работы (Кр1)

Пояснительная записка – 20-25 листов Ф. А4 (печатная форма).

Графическая часть

- Чертеж общего вида (или сборочный чертеж) – 1 л. Ф. А1
- Чертежи сборочных единиц (или деталировка) – 1 л. Ф. А2
- Схемы (кинематическая, электрическая, ...) – 1 л. Ф. А2
- Спецификации

4. Структура пояснительной записки включает:

- титульный лист (оформляется в соответствии с [25]);
- реферат;
- ключевые слова (8-12 слов);
- оглавление;
- введение (отражается актуальность решаемой проблемы);
- анализ современного состояния уровня техники для решения требуемой социально-технической задачи (проблемы);
- техническое задание (ТЗ) на ТО. ТЗ на проектирование должно включать: назначение ТО, показатели назначения, производственно-технологические и эксплуатационные показатели. По существу, в ТЗ указываются требования к ТО (его параметры, свойства, показатели), учитывающие, в том числе, социально-значимые факторы (Приложение А);
- поиск и выбор варианта ТО (выбор оптимального варианта осуществляются путем применения методов технического творчества с обязательным представлением 2-3 эскизов данных вариантов и кратким их описанием);

- обоснование и описание общей компоновки ТО;
- выполнение технических расчетов, связанных с обеспечением необходимых требований к ТО;
- описание элементов конструкции ТО и их особенностей;
- описание работы ТО;
- функциональная экологическая, эргономическая и эстетическая оценка ТО;
- выводы (дается оценка степени и качества решения задачи).

5. Перечень возможных расчетов узлов и механизмов ТО, необходимых для технического обоснования технических требований и конструктивной схемы ТО:

- Составление расчетной схемы механизма.
- Выбор (расчет) необходимых приводных элементов ТО (ЭД, редукторов, электрических элементов...).
- Кинематические расчеты параметров группы привода и управления ТО (передаточных отношений, скоростей...).
- Расчеты параметров несущей и направляющей группы ТО (выбор конструкционных материалов, расчеты на прочность, жесткость, долговечность, износостойкость и т.д. у наиболее напряженных элементов конструкции).

6. Задачи, решаемые при разработке технологии изготовления ТО

Разработку технологического процесса изготовления ТО целесообразно вести в следующей последовательности:

- изучение назначения ТО, технических требований, норм точности и критический анализ их соответствия назначению;
- ознакомление с намечаемым количественным выпуском средств в единицу времени и по неизменным чертежам;

- изучение рабочих чертежей ТО и их критический анализ с точки зрения возможности выполнения им своего назначения, методов достижения точности, заложенных в конструкцию, технологичности конструкции ТО;
- разработка технологии общей сборки ТО и сборки его сборочных единиц;
- изучение служебного назначения деталей, технических требований, норм точности и критический анализ их соответствия своему назначению, а также анализ технологичности конструкции деталей;
- выбор наиболее экономичных способов получения заготовок, обеспечивающих требуемое качество деталей;
- разработка технологических процессов изготовления деталей;
- планировка оборудования и рабочих мест;
- подбор необходимого оборудования, приспособлений и инструментов;
- внесение в технологический процесс корректив и устранение допущенных ошибок и недочетов.

7. Задачи, решаемые при изготовлении ТО

Организационный этап

- Определить условия, в которых будет производиться изготовление технического объекта (мастерская).
- Определение оборудования, оценка его возможностей.
- Выбор формообразующего и измерительного инструмента.
- Подбор или изготовление необходимой оснастки и приспособлений.
- Выбор заготовок.
- Подбор комплектующих изделий (источники движения, крепеж и т.д.).

Производственный этап

- Изготовление оригинальных деталей.
- Сборка изделия.
- Испытание работоспособности изделия.
- Доработка изделия.

Корректировка технической документации по итогам испытаний

8. Объем работы (Кр2)

Пояснительная записка – 10-15 листов Ф. А4 (печатная форма).

Структура пояснительной записки включает:

- титульный лист (оформляется в соответствии с [25])
- оглавление;
- введение;
- обоснование и описание выбранной технологии изготовления ТО;
- заключение.

Основной список литературы

1. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. Изд. «Московский рабочий», 1-е изд. 1969г.; 2-е изд., 1973.
2. Альтшуллер Г.С.. Алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-85В.

3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т.-6-е изд. перераб.и доп.- М.: Машиностроение,1982. т.1-736 с.,т.2-584 с.,т.3-576 с.
4. Барбашов Ф.А. Фрезерное дело: Учеб. пос. для учебных заведений профтехобразования. М.: Высш. шк., 1973. 280 с.
5. Бородастов Г. В. и др. Указатель физических явлений и эффектов для решения изобретательских задач. ЦНИИатом информ, М., 1979.
6. Вульфсон С.И. Уроки профессионального творчества: Учеб. пособие для студ. сред. спец. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 1999. 160 с.
7. Галашев В.А. Потребность как мотив творчества. Шестая Российская университетско - академическая научно-практическая конференция: Материалы докладов. Ижевск, 2003. 365 с. (с. 155-156)
8. Галашев В.А. Системный подход к решению технических задач. Технологическое образование: теория, методология, практика: Сб.науч.ст./Под ред. В.П. Овечкина. Ижевск, 2003. 135 с. (с. 65 – 71).
9. Галашев В.А. Экосистемный подход к конструированию объектов предметной среды. Парадигмы образования: материалы международной научно-практической конференции 25-27 апреля 2006 г. / Под ред. А.А. Баранова, В.Ю. Хотинец. Ижевск, 2006.295 с. (с.231–235).
10. Дунаев П.Ф.,Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учебное пособие для машиностроит.спец. вузов.- 4 изд.,перераб.и доп. М.: Высшая шк., 1985. 416 с.
11. Единая система допусков и посадок в машиностроении и приборостроении: Справочник: в 2-х т. 2-е изд.,перераб.и доп. М.: Изд-во стандартов, 1989
12. Журавлев В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные стали: Справочник. 4-е изд.,перераб и доп. М.: Машиностроение,1992. 480 с.
13. Крайнев А.Ф. Детали машин: Словарь-справочник. М.: Машиностроение, 1992.480 с.

14. Нефёдов Н.А. Практическое обучение в машиностроительных техникумах. Учебная практика: Учеб. пос. для техникумов. 2-изд, перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1990. 311 с.
15. Овечкин В.П., Галашев В.А. Технология машиностроения (учебное пособие). Ижевск: изд-во УдГУ. 1996, 204 с.
16. Овечкин В.П., Причинин А.Е. Основы проектной деятельности: Учеб.-метод. пособие. Ижевск: 2007. 238 с.
17. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб.пособие для студентов втузов. – М.: Машиностроение, 1988, – 368 с.: ил.
18. Сопельняк А.Т. Психология творчества. ИР. 1988.№2. с.20-22.
19. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т./Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.- 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1986. т.1-656 с., т.2-496 с.
20. Якушев А.И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник для вузов /А.И. Якушев, Л.Н.Воронцов, Н.М.Федотов. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1986. 352 с.
21. Шульга Б.Н., Галашев В.А., Овечкин В.П., Веретенникова Л.К. Дипломные работы (проекты) на психолого-педагогическом факультете по специальности "Технология и предпринимательство". Метод. рекомендации. Ижевск: 1997г., с. 32

Дополнительная литература

1. Стандарты на решение изобретательских задач и методические указания по их использованию. Новосибирск: 1986.
2. Инновационное образование и инженерное творчество: Сб. научных трудов. М.: Российская ассоциация научно-технического творчества «Эвристика», 1994.

3. ГОСТ 2.102–68.
4. ГОСТ 2.104–68.
5. ГОСТ 2.105–79.
6. ГОСТ 2.106–68.
7. ГОСТ 2.108–68.
8. ГОСТ 2.109–73.
9. ГОСТ 2.119–73.
10. ГОСТ Р 15.201–2000.
11. ГОСТ 2.118–73.
12. ГОСТ 2.119–73.
13. ГОСТ 2.120–73.
14. ГОСТ 2.125–88.

9. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬ-СКИХ РАБОТ:

- Консультации;
- Зачет;
- Контрольная работа (7, 8 семестры).

Контролирующие материалы

Основным контролирующим материалом является конструкторская документация по предложенной теме и объект техники, выполненный по своей разработке.

Контроль знаний осуществляется на этапах консультаций, собеседований, промежуточного и конечного тестирования .

Основой для определения зачета по дисциплине служит умение самостоятельно провести анализ разрабатываемого изделия с позиции его экономичного, экологически грамотного, эргономичного и эстетически продуманного конструктивного выполнения.

Предлагаются следующие *критерии оценки*

Оценка «зачтено» в 6 семестре ставится за знания и умения провести поиск технического решения и комплексный анализ технического объекта с учетом решаемых функций, а также результатов тестирования.

Контрольная работа в 7 семестре считается зачтенной, если конструкторская и текстовая документация на ТО разработана в полном объеме.

Контрольная работа в 8 семестре считается зачтенной, если ТО изготовлен и проведены испытания его работоспособности.

Зачетные вопросы по курсу

Общие сведения о технологиях поиска решения технических задач.

Технические противоречия (ТП) и методы их преодоления.

Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ).

Физические эффекты и их техническая реализация в объектах техники.

Техническая задача и выбор критериев ее решения.

Функции технического объекта.

Конструкторская реализация функций технического объекта.

Алгоритм проведения функционально-стоимостного анализа (ФСА) технического объекта.

Проведение функционально-экологического (ФЭкоА), функционально-эргономического (ФЭргА) и функционально-эстетического (ФЭстА) анализа технического объекта.

Алгоритм поиска и решения технической задачи.

Основные этапы разработки технической документации на технический объект.

Творческие работы

Разработка комплексного критерия оценки технического объекта на этапе разработки технической документации.

Разработка и изготовление ТО, обладающего новизной.

Тестовые задания по курсу «Технология поиска и решения технических задач»

1. Что тормозит принятие нетрадиционного решения
 - (a) Психологическая инерция
 - (b) Отсутствие информации
 - (c) Отсутствие необходимого финансирования
2. Законы развития технических систем классифицированы по направлениям:
 - (a) Статика, кинематика, динамика
 - (b) Механика, гидравлика, электрика.
 - (c) Природа, техника, информатика
3. Кривая развития технической системы может быть описана последовательностью:
 - (a) интенсивный рост – слабый рост – прекращение роста – гибель
 - (b) Слабый рост – интенсивный рост – прекращение роста – гибель
4. Условие возникновения изобретательской задачи
 - (a) Появление противоречия
 - (b) Творческое мышление
 - (c) Появление проблемы

- (d) Преодоление психологической инерции.
- 5. Виды противоречий, которые не могут быть устранены с помощью техники
 - (a) Социальные
 - (b) Технические
 - (c) духовные
 - (d) природные
 - (e) таких нет
- 6. Технические эффекты, используемые в устранении противоречий.
 - (a) Физические, геометрические, химические.
 - (b) Биологические, психологические, эстетические.
 - (c) Материальные, духовные.
- 7. Нетехнические эффекты, используемые в устранении противоречий.
 - (a) Биологические, психологические, эстетические.
 - (b) Физические, геометрические, химические.
 - (c) Материальные, духовные.
- 8. Отметить эффект, не относящийся к техническим эффектам:
 - (a) эффект коронного разряда,
 - (b) закон Архимеда,
 - (c) центробежный эффект,
 - (d) цветомузыкальный эффект,
 - (e) эффект сообщающихся сосудов;
 - (f) эффект Доплера
- 9. Входные параметры для использования табличного метода преодоления технического противоречия

- (a) Предъявляемое требование к техническому объекту (ТО) – основной недостаток прототипа.
 - (b) Требования к объекту – возможности их выполнения имеющимися средствами.
 - (c) Требования к элементам системы – возможностями физических принципов действия.
10. В чем состоит назначение идеального технического решения (ИТР)
- (a) Предельная цель совершенствования ТО, процесса.
 - (b) Определение основных характеристик разрабатываемого ТО, процесса.
 - (c) Преодолеть инерцию мышления.
11. Выберите правильную последовательность (алгоритм) решения проблемы из следующего перечня:
Информационный поиск (1); уяснение проблемы (2); разработка гипотезы (3); фильтрация (4); анализ (5); формулирование цели (6); постановка задач (7); практическая проверка (8); оценка результатов(9):
- (a) 1,2,3,4,5,6,7,8,9.
 - (b) 2,1,4,5,6,3,7,8,9.
 - (c) 2,5,6,3,1,4,7,8,9.
12. Что означает «баланс разрабатываемой технической системы и надсистемы»?
- (a) Внешняя среда самостоятельно обеспечивает возобновление своих ресурсов и справляется с отходами производства и эксплуатации ТО.
 - (b) Внешняя среда совместно с человеком обеспечивают возобновление своих ресурсов и переработку отходов производства и эксплуатации ТО.

13. К чему может привести нарушение баланса разрабатываемой технической системы и надсистемы (внешней среды)?
- (a) К невозполнимой потере ресурсов надсистемы
 - (b) К загрязнению окружающей среды.
 - (c) К гибели или мутации человека.
 - (d) К совместному действию всех факторов.
14. Исключите из списка требований разрабатываемого ТО требование, не относящееся к экологическим критериям оценки разработанного технического объекта
- (a) использование отходов его производства и эксплуатации;
 - (b) использование вторичного ресурса;
 - (c) переработка неиспользуемых отходов.
 - (d) исключение применения ядовитых и отравляющих веществ.
15. Расположите функции ТО (главные – 1, вспомогательные – 2, основные – 3, ненужные – 4) в порядке повышения у них уровня значимости:
- (a) 1,2,3,4.
 - (b) 3,1,2,4.
 - (c) 1,3,2,4.
16. Выберите главную функцию спички из перечисленных:
- (a) гореть,
 - (b) излучать тепло,
 - (c) поджигать,
 - (d) освещать,
17. В чем смысл проведения структурно-функционального анализа ТО.
- (a) Выявить ненужные функции ТО.

- (b) Оценить сложность ТО.
 - (c) Выявить основные элементы ТО.
18. В чем смысловое содержание ФСА технического объекта?
- (a) ФСА – метод анализа стоимости функций ТО
 - (b) ФСА – метод исследования функций объекта, направленный на реализацию его потребительских свойств при минимальных затратах.
 - (c) ФСА – метод реализации функций ТО при минимальных затратах.
19. Назовите наиболее точный метод оценки стоимости функций ТО.
- (a) метод прямого расчета затрат;
 - (b) метод экспертных сравнений стоимостей функций для изучаемого изделия и аналогов.
20. Определите методы, не использующиеся при выявлении в техническом объекте функциональных зон наибольшего сосредоточения затрат:
- (a) Определяют долю наибольших относительных разностей между существующей (в рассматриваемом ТО) и минимально возможной стоимостью функций,
 - (b) Определяют элементы, имеющие максимальные значения по размерам и массе.
 - (c) Для каждой из элементов определяют ресурс функции по сравнению с нормативным сроком эксплуатации ТО с последующим определением доли излишних и недостающих затрат
21. При конструировании ТО, состоящего из нескольких элементов, необходимо стремиться:

- (a) обеспечить совпадение нормативного срока службы каждого составного элемента, входящего в ТО, с нормативным сроком службы ТО;
 - (b) добиться предельно высокого срока службы элементов, выполняющих главную функцию;
 - (c) обеспечить дифференцированный подход к назначению срока службы каждого из элементов ТО в зависимости от выполняемой функции.
22. Какие показатели ТО не учитываются при проведении его эргономического анализа:
- (a) физиологические;
 - (b) психологические;
 - (c) эстетические;
 - (d) гигиенические;
 - (e) антропометрические?
23. Эстетические показатели технического объекта тем выше, чем в большей степени в форме их реализуются общие принципы:
- (a) цветопередачи;
 - (b) композиции;
 - (c) «золотого» сечения;
 - (d) мелодичности.
24. Объединенным эргономическим и эстетическим показателем рабочего места оператора можно считать обобщенный показатель, который называется:
- (a) уровнем комфорта;
 - (b) уровнем сбалансированности;
 - (c) антропометрическим уровнем.

25. Исключите лишний этап при разработке технической документации на технический объект:

- (a) Формулирование идеального конечного результата проектирования.
- (b) Техническое задание на ТО.
- (c) Техническое предложение.
- (d) Эскизный проект.
- (e) Технический проект.
- (f) Рабочий проект.
- (g) Технический паспорт.

26. Укажите правильную последовательность выполнения этапов работы в общем алгоритме поиска и решения технической задачи

- 1. Формулировка проблемы.
- 2. Выявление недостатков найденных объектов.
- 3. Проведение патентно-информационного поиска.
- 4. Выявление технического противоречия.
- 5. Выбор методов преодоления технического противоречия.
- 6. Выбор и обоснование цели.
- 7. Оценка возможности применения стандартов для технического решения.
- 8. Оценка возможности применения того или иного технического эффекта.
- 9. Конструирование ТО.
- 10. Поиск нестандартного решения.
- 11. Преодоление психологической инерции мышления.
- 12. Проведение функционально-стоимостного анализа ТО.
- 13. Проведение функционально-эргономического анализа ТО.

14. Проведение функционально-экологического анализа ТО.

15. Оформление технической документации на ТО.

16. Эстетическая оценка ТО:

(a) 1,6,3,2,4,5,8,7,11,10,9,12,14,13,16,15;

(b) 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16;

(c) 1,3,2,4,6,5,7,8,11,10,9,13,12,14,15,16.

10. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ КУРСА

При изучении курса «Технология поиска и решения художественно-конструкторских задач» необходимо:

- осознать, что главная цель курса заключается не только и не столько в том, чтобы научиться технически грамотно разрабатывать работоспособную конструкцию технического объекта, сколько привить себе осознание необходимости вести любую конструкторскую разработку на основе системного подхода с учетом сохранения экологического ресурсного баланса. Обязательное условие при этом – минимальное использование внешних ресурсов, максимальное снижение величины излишних ресурсов, которые человек использует для производства, эксплуатации и утилизации технического объекта, а также возможность использования отходов при создании новых объектов техники. Игнорирование этого может привести к непоправимому экологическому ущербу (быстрому истощению ресурсов, глобальному потеплению и, в конечном итоге, к самоуничтожению человека);
- понять важность той роли, которую играет в этом деле конструктор-разработчик новой техники, и что от его продуктивной деятельности зависит общая

эффективность конечного результата, приводящая к суммарному снижению уровня ресурсопотребления и экологических потерь;

- обратить внимание на этапы реализации проектного метода обучения при конструировании объектов техники, способствующего формированию экологического мышления;
- обратить внимание на эргономичность создаваемой техники, её эстетические компоненты, так как в условиях рыночной экономики, они определяют уровень конкурентоспособности любой продукции;
- при разработке конструкции технического объекта необходимо обратить внимание на алгоритмически последовательное выполнение решаемых задач.

ЧАСТЬ II. УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ТЕМА 1: ПОТРЕБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ИХ УДОВЛЕТВОРЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНИКИ

Вопросы

1. Потребности как основа деятельности человека.
2. Понятие технической задачи.
3. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ).
4. Трудности, связанные с психологической инерцией (ПИ) мышления.
5. Методы преодоления ПИ.

1. Потребности как основа деятельности человека

Как известно, потребности человека определяют его жизнедеятельность. Выделяют потребности физиологические, обеспечивающие поддержание жизнеспособности человека, комфортность условий жизни; социальные и духовные – благоприятность социальной среды, творчество, слава, власть.

Потребность облегчить себе условия работы, снизить физические затраты, увеличить время на отдых вызывает появление проблем различного плана.

Проблемы – это трудности, препятствующие удовлетворению этих потребностей. Они также несут в себе социальные, технические, интеллектуальные черты.

Та или иная проблема может быть решена несколькими путями (целями).

Цель – крупная задача (путь), которую необходимо решить (пройти) для устранения проблемы.

В свою очередь, каждая из целей может достигаться по-разному: за счет практического использования того или иного свойства, закона, предположения.

Гипотеза – выдвигаемое научное предположение для достижения цели (одного из путей устранения проблемы). Гипотеза требует проверки, а значит постановки и последовательного решения ряда задач.

Задачи – это конкретные этапы деятельности, ее шаги, необходимые для подтверждения выдвинутой гипотезы и достижения поставленной цели.

В результате может быть найдено решение – результат деятельности человека (цель достигнута, проблема с одной ее стороны решена, потребность удовлетворена).

Многообразие человеческих потребностей разного уровня вызывает появление множества адекватных проблем, в том числе технического плана, которые также множатся разнообразием путей их достижения (целей) и выдвигаемых гипотез. Последние при реальной проверке либо находят своё подтверждение и становятся фактом, либо опровергаются.

Примеры потребностей разных уровней:

Еда, как физиологическая потребность человека (еда вообще – еда изысканная – еда наслаждение – еда полезная).

Музыка, как духовная потребность (восприятие мелодичного звука – восприятие пения – восприятие музыки – созидание, творчество в этой области).

Слава, как социальная потребность (известность в узком кругу – всеобщая признание – преклонение).

Власть, как социальная потребность (домострой – «крёстный отец» – президент).

Примеры проблем разных уровней:

Примером проблем интеллектуального плана является проблема повышения (возможно – регулирования) уровня образования, культуры в целом.

Социальные проблемы – как обеспечить безусловную и полную управляемость общественным сознанием и поведением людей.

Обобщающий пример.

Человек всегда испытывал потребность видеть в темноте.

Возникла проблема, как обеспечить возможность видеть в темноте?

Было выдвинуто несколько целей и предложено несколько гипотез, использующих технические решения:

1. Цель: Использовать огонь (химическая реакция горения-окисления). Возможные гипотезы:
 - Осветить тьму горящим факелом.
 - Осветить лампой типа керосиновой.
 - Осветить газовым фонарем.
2. Цель: Использовать электричество. Возможные гипотезы:
 - Осветить электрической лампой.
 - Осветить искровым разрядом.
 - Осветить электрической дугой.
 - Осветить плазменным разрядом.

3. Цель: Использовать волновое поле. Возможные гипотезы:
 - Использовать инфракрасное излучение.
 - Использовать ультразвук.
 - Использовать инфразвук.
 - Использовать электромагнитное излучение.
4. Цель: Использовать биологический вариант. Возможные гипотезы:
 - Применение самосветящихся животных и растений.
 - Пересадка человеку глаза животного.
5. Цель: Применение природных и искусственных минералов, излучающих свет. Возможные гипотезы:
 - Использовать фосфор.
 - Использовать люминофоры.

По каждой цели и гипотезе прорабатывались и ставились задачи технического плана, многие из них нашли своё решение.

Движение от потребности к ее удовлетворению (решению) – основной закон развития человека, человеческого общества. Можно предположить, что существует и обратная закономерность, когда какое-либо найденное решение способно сформировать новую потребность человека. Примеры – наркотики, алкоголь, курение табака...

Обычная схема:

Потребность₁ – проблема₁ – цель₁ – гипотеза₁ – задачи₁ – решение₁ преобразуется в вид:

Решение₁ – Потребность₂ – проблема₂ – цель₂ – гипотеза₂ – задачи₂ – решение₂.

Преобразование «Решение1» в «Потребность2» относится субъекту, желающему использовать найденное решение по другому назначению.

Потребности человека (практически любые) может удовлетворить техника (в широком смысле), являющейся порождением самого человека. Поэтому для их удовлетворения при создании соответствующих технических систем часто приходится преодолевать технические проблемы.

Это особенно характерно для потребностей частного значения.

В целом главные потребности человека, часто находящиеся на заднем плане (на уровне подсознания), никогда им не забываются. Определяя на конкретном этапе определенную техническую проблему, человек подсознательно старается удовлетворить свои главные потребности (облегчение жизни себе, получение чувственного, творческого или эстетического наслаждения, наслаждения славой, властью над другими людьми) через овладение дополнительным ресурсом природы и общества. Здесь часто приходится иметь дело с экономической эффективностью разработки, сводящейся главным образом к прибыли (деньгам, другим видам богатства).

2. Понятие технической задачи

Определение технической задачи.

Под задачей в гносеологии (науке о познании) понимается данная в определенных конкретных условиях цель деятельности.

Под задачей технического плана мы будем подразумевать цель деятельности человека в конкретных заданных условиях по созданию некоторой технической системы (машины, механизма, устройства), предназначенной для осуществления определенной его потребности.

Любая техническая задача является следствием проблемы, которую человек не в состоянии решить с помощью собственных сил. Для достижения поставленных целей, он вынужден использовать резервы своего интеллекта.

Примеры обозначения технических задач:

- Обосновать необходимость создания технического устройства и найти области его эффективного использования.
- Разработать и изготовить устройство.
- Провести испытание устройства, выявить и устранить замеченные недостатки.
- Разработать предложения по совершенствованию конструкции устройства.

3. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ)

Попытки систематизировать достижения людей в области поиска и решения сложных практических задач в области техники, технологии, декоративно-прикладного искусства, других областях творческой деятельности человека, вылились в создание теории решения изобретательских задач. Одним из основателей этой теории явился российский инженер и изобретатель Г.С. Альтшуллер. Он и его соратники (А.И. Половинкин и др.) предложили качественно новый подход к созданию объектов техники, к пониманию психологии

творческой деятельности. Распространяя этот подход на все области деятельности человека, можно считать возможным проявление изобретательности человека во всех ее сферах, не только в технике, но и в искусстве (литературе, музыке, живописи), экономике, политике, военных действиях и т.п. Освоение ТРИЗ по мнению разработчиков теории может существенно повысить уровень достижения каждого.

Из чего складывается ТРИЗ, какова ее структура?

- Как в любой теории, в основе ТРИЗ лежит понятийный аппарат – язык теории. Поэтому в ТРИЗ вводится понятие техники в широком понимании слова, понятие технического объекта, технологии, определяется система поиска задач и выбора их проектно-конструкторских решений, формулируется понятие системного подхода к разработке технического объекта.
- ТРИЗ проводит функционально-физический анализ технических объектов.
- ТРИЗ устанавливает критерии развития технических объектов.
- ТРИЗ изучает конструктивную эволюцию технических объектов.
- ТРИЗ изучает законы строения и развития техники (закон прогрессивной эволюции техники; закон соответствия между функцией и структурой; закон стадийного развития техники; закон корреляции параметров однородного ряда технических объектов; закон симметрии технических объектов; закон гомологических рядов; закон расширения множества потребностей-функций).
- ТРИЗ изучает методы инженерного творчества на этапе поиска решения:
 - постановка и анализ задачи; методы мозговой атаки;
 - метод эвристических приемов;
 - морфологический анализ и синтез технических решений;

- синтез физических принципов действия (фонд физических эффектов);
 - синтез технических решений (алгоритм решения изобретательских задач – АРИЗ; стандарты на решения изобретательских задач; фонд задач-аналогов).
- ТРИЗ изучает методы инженерного творчества на этапе конструирования:
 - функционально-стоимостный анализ технических объектов (ФСА);
 - системный анализ технических объектов (ФСА + экологический анализ + эргономический анализ + эстетический анализ).

4. Трудности, связанные с психологической инерцией (пи) мышления

Основным препятствием в творческой (изобретательской) деятельности человека является психологическая инерция мышления.

Проведём небольшой тест. Необходимо быстро ответить на следующие вопросы:

ЧЕМУ РАВНА ЕДИНИЦА В КВАДРАТЕ?

ЧЕМУ РАВНО ДВА В КВАДРАТЕ?

ЧЕМУ РАВНО ЧЕТЫРЕ В КВАДРАТЕ?

ЧЕМУ РАВЕН УГОЛ В КВАДРАТЕ?

Ответ на последний вопрос обычно затягивается. Ну, конечно же, угол в квадрате 90 градусов. Сколько секунд ушло на поиск ответа, на него? Если две-три, то у тестируемого хорошая переключаемость, если больше — то, похоже, знания толкают его идти по проторённой дороге, что для творческого человека не очень хорошо.

Проведенное маленькое тестирование продемонстрировало явление, получившее название: психологическая инерция мышления.

Психологическая инерция — это предрасположенность к какому-либо конкретному методу и образу мышления при решении задачи, игнорирование всех возможностей, кроме единственной, встретившейся в самом начале. Это определение довольно чётко отражает сущность психологической инерции (далее — ПИ), хотя и не охватывает всего её многообразия.

С психологической инерцией мы встречаемся постоянно, она вносит комфорт и спокойствие в нашу жизнь, хотя иногда и может сослужить плохую службу. Привычка есть одни и те же блюда, одеваться одинаково, сидеть на одном и том же месте и даже писать одной и той же ручкой — все это проявления ПИ.

ПИ тем сильнее, чем большим объёмом знаний мы обладаем. Получив информацию о чем-то новом и неизвестном, мы стремимся найти ему объяснение в рамках имеющейся у нас системы знаний. Если оно туда не вписывается, то делаются попытки как-то втиснуть его в имеющуюся систему знаний или отбросить. Примеров этому много. Например, трудно проходят через экспертов Роспатента пионерные изобретения, тяжело принимаются научной средой принципиально новые направления (давно ли кибернетика и генетика были лженауками).

Вся деятельность конструкторов и проектировщиков ориентирована на использование известных, проверенных технических решений, имеющих в нормативной документации, и, когда возникает необходимость решить нестандартную задачу, многие заходят в тупик или пытаются использовать известные решения. Но это не значит, что все люди подвержены ПИ, и с ней невозможно бороться. Есть люди, от природы обладающие живым, подвижным умом, адекватно принимающим всё новое.

ПИ наносит огромный вред развитию техники, поэтому с ней необходимо активно бороться. Для этого существует ряд приёмов. Но прежде чем перейти к приёмам борьбы, рассмотрим, в каких видах и формах ПИ проявляется в технике.

Формы ПИ [10]

***Форма №1** — это непринятие принципиально новых идей и решений людьми, от которых зависит дальнейшее развитие и внедрение этих идей.* Обычные последствия этого — запаздывание в использовании идеи на годы или десятилетия, огромные экономические убытки. История знает массу примеров подобного рода. Рассмотрим несколько из них.

1. К Наполеону однажды явился молодой американский изобретатель Фултон и предложил заменить французский парусный флот кораблями на паровых двигателях. Они могли бы пересекать Ла-Манш при любой погоде и осуществлять десантные операции в самые неожиданные для противника моменты. Корабли без парусов? Сама эта идея показалась великому полководцу настолько невероятной, что он высмеял изобретателя. По мнению британских историков, Англия была спасена от вторжения во многом потому, что Наполеон не сумел должным образом оценить изобретение Фултона. В данном случае ПИ проявилась в виде полного отрицания новой идеи без особых доказательств.

2. Известный изобретатель, разработчик алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ) Г.С. Альтшуллер рассказывает, как к нему однажды обратился представитель организации, проектирующей линии для производства листового стекла. Нужно было улучшить конструкцию конвейера, по которому катились листы горячего стекла. Ролики конвейера создавали на стекле неровности, его приходилось дополнительно полировать.

Пользуясь открытыми им закономерностями развития технических систем, автор предложил использовать в качестве роликов конвейера бесконечно малые частицы — молекулы расплава олова. Однако эта идея была отвергнута проектной организацией. Через семь лет эта же самая организация обратилась к Г.С. Альтшуллеру с просьбой помочь обойти патент английской фирмы «Пиллингтон Бразерс Лимитед», которая разработала и запатентовала во всех странах мира «оловянный» способ производства стекла. И в этом случае ПИ оказалась сильнее объективной потребности.

3. Известный русский военный мыслитель, передовой человек своего времени генерал Драгомиров так отзывался о новом изобретении — пулемете:

– Если бы одного и того же человека нужно было убивать по несколько раз, то это было бы чудесное оружие, так как при 600 выстрелах в минуту приходится 10 пуль в секунду. На беду поклонников столь быстрого выпуска пуль, человека довольно подстрелить один раз, и расстреливать его затем вдогонку, пока он будет падать, надобности, сколько мне известно, нет. Правда, есть рассеивающие пули приспособления, но, опять-таки на беду, не родились еще такие музыканты, которые были бы в состоянии переменить направление ствола 10 раз в секунду. Да если бы и родились, то они могли бы только пускать пули наудачу. Правда, в толпу годится, но какой дурак теперь подставит толпу? А разгорячение ствола?

– Да, но охлаждение,— возражали ему.

– Оно, конечно, охлаждение, но, на беду, коловца с собой возить нельзя, а иногда бывает, что и сам рад бы напиться, да воды нет.

Как видно из этого примера, генерал Драгомиров довольно убедительно «доказал» ненужность пулемета.

Форма №2. Ограничение сферы применения изобретений.

Известный петербургский котлостроитель профессор Г. Ф. Дьепп, негативно отзывался о паровой турбине Лавалья. Он писал, что у этой турбины слишком «...большой расход пара. Поэтому паровые турбины вытеснить других паровых машин не могут, а являются необходимыми только в некоторых частных случаях, когда по местным условиям их действительные, хотя и второстепенные качества являются существенными». История показала, что Г. Ф. Дьепп глубоко ошибался, и паровые турбины заняли ведущее место на современных ТЭЦ.

Форма №3 — принятие на веру положений, высказанных авторитетными людьми.

Есть такой исторический пример. Аристотель, великий естествоиспытатель древности, написал в одном из своих сочинений, что у мухи 8 ног. Этому свято верили почти два тысячелетия, пока кто-то не удосужился пересчитать ноги назойливого насекомого. Их оказалось шесть. Авторитет почитаемого ученого не вызвал сомнений в течение нескольких столетий.

Форма №4 – упорное отстаивание общепринятой точки зрения

Эта форма проявления ПИ тесно связана с предыдущей. Общепринятую точку зрения обычно формируют авторитетные люди, специалисты в своей области. И если

появляется что-то новое, то оно, несмотря на свою явную полезность, может отвергаться не только авторитетами, но и массой людей, причастных к этому новому.

Ярким примером такого проявления ПИ может служить история с родильной горячкой. В первой половине XIX века в Европе свирепствовала родильная горячка. В акушерских клиниках погибала треть рожениц. Молодой венгерский врач И. Земмельвейс догадался, отчего они погибают: оказывается, врачи мыли руки не до, а после родов. В своей клинике Земмельвейс заставил врачей дезинфицировать руки до принятия родов: смертность резко сократилась. Однако целых тринадцать лет Земмельвейс доказывал, что причина родильной горячки кроется не в организме беременных женщин, и что есть простое и верное средство против нее. Врачи отказывались его слушать. Он написал книгу – её не стали читать. Он выступал с открытыми письмами, адресуя их упорствующим профессорам и обвиняя их в гибели своих пациенток. Всё было тщетно. Предлагаемое Земмельвейсом средство было просто и эффективно, но расходилось с общепринятой точкой зрения на причину родильной горячки, и его автор умер в психиатрической клинике, пытаясь доказать свою правоту.

Форма №5 – использование старого принципа при переходе на новое оборудование

1. Первый паровоз отталкивался от земли торчащими сзади ногами.
2. Первый электродвигатель был полной копией парового двигателя, только поршень тянули по очереди два электромагнита, переключающиеся золотником, и т. д.

Форма № 6 – сохранение старой формы при переходе на новый уровень

1. Первые станки имели изогнутые фигурные ножки, как у старой мебели.
2. Первый автомобиль имел спереди лошадиную голову, чтобы не пугать встречных лошадей.
3. Современная машина с лазером для сварки синтетических материалов имеет форму старой швейной машинки и т. д.

Форма № 7 – неумение увидеть возможность использования имеющихся или полученных решений в областях, отличных от решаемой задачи

1. Ученые-микробиологи ставили тысячи опытов, чтобы найти пути победы над болезнетворными бактериями. В пробирки, куда помещались бактерии, закапывали различные лекарства и выявляли наиболее эффективные из них. Но проведению опытов часто мешала плесень. Там, где она появлялась, микробы гибли, путая исследователям все карты. Микробиологи отчаянно боролись с плесенью, берегли от нее лабораторную посуду. И только через 20 лет английский исследователь Флеминг пришел к выводу, что плесень содержит какое-то вещество, уничтожающее микробов, и его можно использовать для лечения болезней. Так появился пенициллин. Его изобретение опоздало на 20 лет.
2. В 50-х годах ученые-металлурги пробовали использовать для плавления металла нагрев высокочастотным электромагнитным полем. Однако ничего не получалось, металл нагревался только у поверхности и упорно не хотел нагреваться внутри. Несколько лет опытов не принесли успеха, и эксперименты были прекращены. И только через десяток лет уже другие ученые сумели использовать это свойство

высокочастотного поля для поверхностного нагрева и закалки изделий. Это изобретение также опоздало на много лет по вине ПИ.

Форма № 8 – решение задач известными, трафаретными способами

Эта форма ПИ встречается наиболее часто, она характерна для каждого из нас. Для проверки попробуем решить известную учебную задачу – как колоть грецкие орехи в условиях массового кондитерского производства. Скорлупу нужно расколоть на части, а ядро оставить целым. Как это сделать? Эта задача давалась школьникам и студентам, инженерно-техническим и научным работникам, и все предложения были направлены в одну сторону – колоть орехи прессом, молотилкой, выстреливать ими в мишень и т. д. Все пытались сделать «большой молоток», тогда как решение лежит совсем в другой стороне.

Форма № 9 – решение задач только в рамках узкой специализации

Наш век — век узкой специализации. Специалист по железнодорожной автоматике не знает, как работает автоматика в лифтах, конструктор самолетов очень далек от конструктора комбайна и т. д. Каждый из них читает литературу только по своей специальности, общается только с коллегами и все задачи стремится решать только в рамках своей специализации. Во многих случаях никому не приходит в голову посмотреть, как решаются такие же задачи в других областях техники, в животном и растительном мире, в микромире и т. д.

Форма № 10 – использование объектов только по прямому функциональному назначению.

Такая форма ПИ тоже довольно частое явление. Мало кому приходит в голову использовать лёд в качестве подъёмного крана, усилитель радиосигналов – для борьбы с храпом, пожарную машину – для очистки крыши от снега. Когда удастся преодолеть ПИ такого вида, возникают изобретения на применение.

Итак, можно подвести итоги.

Психологическая инерция многолика и вездесуща. Как же с ней бороться? Прежде всего, знать, в каких формах она проявляется, и стараться избежать её. В настоящее время накоплено ряд приёмов и методических средств, позволяющих преодолевать ПИ в ходе решения задач.

5. Методы преодоления психологической инерции

1) Отказ от терминов

Термины навязывают старое представление о технологии работы объекта (например, ледокол колет лёд, хотя можно продвигаться на корабле по льду, не раскалывая его), скрывают особенности веществ и сужают представления об их возможных состояниях (термин «смазка» тянет к традиционному представлению о жидкой, консистентной или твердой смазке, хотя она может быть и газообразной). При формулировке задачи необходимо заменять термины простыми, нетехническими и даже «детскими» словами, всячески избегая специальной терминологии.

2) Переформулировка задачи для другой области техники

В основе этой рекомендации лежит известная предпосылка: творческая деятельность человека продуктивна в новой и неизвестной для него области. Особенно эффективен этот

приём при постановке задачи перед группой узких специалистов из разных областей знаний. Он широко используется при проведении мозгового штурма.

3) Использование оператора РВС

Он состоит в последовательном увеличении и уменьшении в тысячи раз размеров объекта (Р), времени протекания процесса (В) и стоимости процесса (С). Оператор РВС позволяет взглянуть на задачу с неожиданной стороны, увидеть скрытые резервы и новые направления применения.

4) К более общим рекомендациям по борьбе с ПИ можно отнести необходимость использования специальных методов решения технических задач, учет закономерностей развития технических систем и использование специальных фондов физических, химических, геометрических и т. д. эффектов.

5) Можно рекомендовать ряд **упражнений** (Приложение А) по развитию воображения, гибкости и переключаемости мышления. Для этого можно:

1. Развивать умение видеть скрытые свойства объекта

Например, какими скрытыми и явными свойствами обладает обычная спичка? Явные — создание пламени, температуры, наличие геометрических размеров. К скрытым можно отнести плавучесть, ядовитость, изменение цвета и веса при сгорании. Таким же образом необходимо искать скрытые свойства у обычных предметов.

2. Находить новые применения известным объектам

Ту же спичку кроме зажигания сигареты или огня можно использовать в качестве строительного материала, для чистки ушей, «зубов и языка», как счетные палочки и т. д.

3. Пробовать писать фантастические рассказы, сказки

Хорошим учебником по написанию сказок можно считать книгу Дж. Родари «Грамматика фантазии».

4. Придумывать фантастические явления природы, представить себе жизнь на планете с неожиданными условиями

(отсутствует трение, планета газообразная или жидкая и т. д.).

5. Развивать ассоциативное мышление

Для этого можно рекомендовать упражнение по составлению как можно более короткой цепочки ассоциативных связей между несколькими внешне совершенно не связанными выражениями. Свободно владеющим этим приёмом может считать себя тот, кто быстро и убедительно сможет доказать, что белое – это чёрное, и/или наоборот.

Мы рассмотрели только несколько видов проявлений психологической инерции и приемов борьбы с ней. Конечно, трудно сразу охватить всё многообразие такого явления, как психологическая инерция, но даже приведенные материалы, полагаем, смогут помочь нам в повседневной работе.

Заметки на полях

А сделать вывод
Смогли бы, Вы, вот?

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Галашев В.А. Потребность как мотив творчества. Шестая Российская университетско - академическая научно-практическая конференция: Материалы докладов. Ижевск, 2003. 365 с. (с. 155-156)
2. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство; анализ и принятие решений. М., Мир, 1969.
3. Овчинников В. Горячий пепел. М., Правда, 1986.
4. Альтшуллер Г. С. Найти идею. Новосибирск, Наука, 1986.
5. Орлов В. Трактат о вдохновенье, рождающем великие изобретения. М., Знание, 1964.
6. Ермаков Ю. Польза и вред исторического опыта. «Изобретатель и рационализатор», № 12, 1986.
6. Цуриков Н., Петрович В. Путь к изобретению. М.: Молодая гвардия, 1986.
7. Альтшуллер Г. С., Селюцкий А. Б. Крылья для Икара. Петрозаводск: Карелия, 1980.
8. Родари Дж. Грамматика фантазии. М.: Мир, 1977.
9. Иванов С. Абсолютное Зеркало. М.: Знание, 1986.
10. А. Сопельняк, кандидат технических наук. (ИР,1988. №2. с.20-22).

ТЕМА 2: ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ (ТП) И МЕТОДЫ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ

Вопросы

1. Понятие и виды противоречий.
2. Приемы и методы преодоления технических противоречий.

Под конструированием понимается этап проектирования, при котором разрабатываются новые технические средства (технические объекты), которые человек собирается использовать для удовлетворения своих новых потребностей. Так как сразу известными способами и средствами этого сделать не удаётся, разработчик техники (конструктор) вынужден ставить перед собой новые цели решения проблемы, предъявляя создаваемой технике соответствующие технические требования (ТТ). Однако прежде чем начать поиск технического решения проблемы, конструктор должен тщательно проанализировать требования, которым должна удовлетворять разрабатываемая техника. Целью этого анализа является ранжирование ТТ, то есть расположение их по степени важности для того, чтобы в первую очередь сосредоточить усилия на удовлетворении наиболее важных требований. Конечной же целью конструктора является поиск такого технического решения, которое в наибольшей степени удовлетворяет выдвинутые ТТ. Реализация данных требований в созданном техническом объекте позволит человеку преодолеть стоящую перед ним проблему и удовлетворить возникшую потребность.

1. Понятие и виды противоречий

Следует заметить, что новые технические решения рождаются на основе знаний, изобретений, проектирования, изготовления и эксплуатации технических устройств близкого и далекого назначения. Поэтому поиск технического решения должен начинаться с изучения аналогов и поиска аналогичных решений в других областях техники.

Целью такого изучения является определение возможности напрямую использовать найденное ранее техническое решение поставленной задачи. В большинстве случаев этого достигнуть не удастся из-за специфичности условий (в том числе внешних) и требований, предъявляемых к разрабатываемой технической системе. В этом случае должно быть выявлено техническое противоречие, мешающее дальнейшему развитию конструируемой системы.

*Противоречия есть результат несоответствия между **качеством** (продукции, показателями свойств материалов, технологиями, средой) с одной стороны, а также **стоимостью** (затратами того или иного ресурса) обеспечения такого качества – с другой (по Коновалову А.А. [17]).*

Итак, противоречие возникает (выявляется) при **отрицательной** попытке использовать известные подходы (технических средств-аналогов) для достижения требуемых показателей качества технического объекта.

Улучшение какого-либо желаемого показателя качества технического объекта известными методами часто приводит к существенному ухудшению одного или нескольких других важных показателей.

Например, увеличение грузоподъемности автомобиля приводит к увеличению расхода материалов; снижение уровня помех радиоприемника приводит к резкому повышению его стоимости.

Возможно и другое противоречие, когда улучшение желаемого показателя качества ограничено некоторыми факторами.

Например, увеличение частоты вращения шлифовального круга ограничивается его прочностью; возрастание скорости автомобиля – качеством дорожного покрытия;

повышение скорости резания ограничивается износостойкостью и теплостойкостью режущего инструмента.

После того, как противоречие выявлено, необходимо найти наиболее приемлемый способ его разрешения, то есть такой способ, при котором бы, с одной стороны, наименьшим образом ухудшались другие значимые свойства совершенствуемой технической системы, с другой стороны – совершенствование или появление новых качеств требовало бы наименьших затрат материалов, энергии, дополнительной информации, экологических последствий и др.

Наиболее универсальным приемом для устранения противоречия «качество – себестоимость» является изыскание внешних и внутренних резервов, которые могли бы с наименьшими затратами совершенствовать или выполнять поставленные функции.

Рассмотрим пример.

В 1903 году судно «Гаусс» немецкой полярной экспедиции вмерзло в лед в двух километрах от чистой воды. Прорубить к нему дорогу не удалось даже с помощью взрывчатки. Но незаходящее в течение полугода низкое полярное солнце все-таки посылает на поверхность моря большое количество энергии. Эта энергия отражается ото льда. Отражательную способность льда можно уменьшить, посыпав его, например, золой, в избытке имеющейся на судне. Именно это решение и освободило судно.

Более сложными для решения являются противоречия, которые возникают в случаях, когда к объекту предъявляют противоречивые требования или когда составные части технической системы, наряду с полезными, обладают еще и вредными свойствами.

Ввиду большого разнообразия противоречий их выявление и правильная формулировка оказываются нелёгкой задачей. Для облегчения этой задачи целесообразно провести классификацию противоречий.

Можно различить три уровня противоречий (по Коновалову А.А. [17]):

- Первый заключается в противоречии между требованиями к преобразуемому объекту и возможностями выполнения этих требований (ограниченных свойствами полуфабриката и среды, возможностями технологии).
- Второй уровень — противоречия между требованиями к свойствам технической системы в целом и возможностью конкретных элементов, а также противоречия их между собой.
- Третий уровень — противоречия между требованиями к элементам создаваемой технической системы и возможностями физических принципов действия, примененных при их конструировании.

2. Приемы и методы преодоления технических противоречий

Противоречия между существующими техническими системами и разрабатываемыми новыми, которым предъявляются новые требования в данных условиях, является по сути дела основными техническими противоречиями.

Эти противоречия могут быть решены следующими приемами (Приложение Б, [17]):

П1. Подобрать объект, который непосредственно или после возможных его преобразований наибольшим образом соответствует объекту.

Несмотря на очевидность этого приема, его применение часто оказывается неожиданным и может составлять предмет изобретения. Например, использование одноразовых стеклянных скальпелей (стекло на сколе образует самое острое лезвие).

П2. Принцип местного качества.

Этот прием применяется тогда, когда некоторое свойство невозможно, дорого или нецелесообразно по другим причинам придавать всему объекту и оказывается достаточно организовать желательное свойство в ограниченном объеме. Примеры:

Резец с напайной пластинкой.

Дубовая мебель (шпон).

Окно – прозрачная часть стены.

ПЗ. Использовать композиционные материалы.

Пластиковые лыжи.

П4. Для выполнения отдельных функций ввести дополнительные функциональные элементы.

Для наблюдения за положением колеса спортивного автомобиля (любого рабочего органа, расположенного вне зоны видимости) можно вывести синхронизированную с ним стрелку.

П5. Использовать многофункциональность.

Окно одновременно исполняет и информационную функцию, благодаря прозрачности, и является частью стены, то есть сохраняет в помещении комфорт.

П6. Использовать кооперативный эффект.

Практически любая система обладает кооперативными (сверхсуммарными) свойствами, то есть свойствами, которыми не обладает ни один из ее элементов. И целью конструирования в конечном итоге является максимальное использование именно кооперативных эффектов.

Безоткатные орудия (используется энергия отката для перезаряжания).

Всадник на коне может скакать быстрее.

Кумулятивный эффект (использование конической формы и тепловой энергии горения взрывчатого вещества).

П7. Разделить функции с мешающими друг другу свойствами в пространстве.

Рассадить студентов во время лекции.

Уменьшение шума в пассажирском салоне — расположение двигателей в хвостовой части самолета.

П8. Обратить вред в пользу.

Сверло для глубокого сверления затачивают асимметрично, а цилиндрическую поверхность сверла, прилегающую к короткой режущей кромке, выполняют в виде направляющей.

Силы сопротивления резанию при сверлении использовать для эффективного высверливания застрявшего в отверстии винта (левым сверлом).

П9. Сложить два отрицательных фактора, имеющих различные знаки.

П10. Сделать объект переменной структуры.

Катамаран. Поплавки перевернутого катамарана сдвигаются, и он легко приводится в исходное положение.

Самолеты с убирающимися шасси.

П11. Дополнить список требований к объекту свойствами, учитывающими его взаимодействие со средой.

Обтекаемость автомобиля.

Изгиб лыж.

Костюм конькобежца, пловца.

П15. Разделить объект и среду третьим объектом, нейтрализующим, поглощающим вредный фактор.

Глушитель иногда снабжают устройством, поглощающим вредные примеси или разлагающим их на безвредные.

П20. Выполнить часть процессов заранее.

Заряжание оружия.

П21. Локализовать процесс в пространстве.

П22. Сделать наоборот.

Деталь сама нагреет электролит вблизи своей поверхности.

П24. Секционирования.

Судно разделять рядом поперечных водонепроницаемых перегородок.

П25. Принцип «заранее подложенной подушки».

П26. Принцип «на дурака».

В систему вводят ослабленный легко заменяемый элемент, который и разрушается при перегрузках .

П27. Применить, «дешевую недолговечность взамен дорогой долговечности».

Стеклянная посуда – заменить её одноразовой пластиковой.

П28. Привести объект на время обработки в состояние, удобное для обработки.

П29. Сделать объект разборным.

П30. Перейти от одномерного объекта к двумерному от двумерного к трехмерному.

П31. Максимально использовать свободные промежутки, площади, объемы.

В случае необходимости организовать их («принцип матрешки»).

Телескопическая удочка, антенна.

П32. Использовать одномерные поверхности.

Лента Мёбиуса.

П33. Использовать «посредника».

П34. Погрузить предварительно груз в контейнеры. Это снизит простой вагонов или судов.

Лихтеровоз: океанский корабль везет большое количество малых судов — лихтеров.

П36. Принцип эквапотенциальности.

Предполагается вести процесс со стабильным или близким к стабильному количеством внутренней энергии системы.

П37. Принцип рекуперации.

Автобусы, снабженные механическим аккумулятором энергии, рекуперирующим энергию при торможении автобуса перед остановками.

Энергию выхлопных газов двигателя можно использовать для подогрева воздуха.

П38. Применить резонансный режим.

Настройка радиоприёмника.

Использовать резонанс системы «опора – зерно» для увеличения производительности шлифования.

П39. Организовать обратную связь.

Обеспечивается возможность поддерживать оптимальные условия регулируемых процессов.

П40. Сосредоточить энергию в узкой области пространства.

Прямым воплощением этого приема является лезвие ножа или кумулятивный эффект.

Ветряные и прочие электростанции.

П41. Распределить энергию в пространстве «объемного взрыва».

П42. Сосредоточить энергию во времени .

Типичный случай — удар.

П43. Растянуть воздействие во времени.

Сушка древесины.
П44. Принцип антивеса.
«Журавль».
Чертёжный кульман.
П45. Принцип «заневоливания».
«Заневоливаются» цилиндрические пружины.
П46. Оптимизировать форму объекта.
Трубчатое сечение использовать вместо цельного.
П47. Заменить симметричный объект на асимметричный. Инверсия метода
П48. Изменить способ выполнения дополнительной функции
П49. Внести изменения в надсистему.
Вставляем в крышку чайника свисток
Водонапорные башни с поплавковой клапанной системой.
П50. Придать информационные свойства объекту искусственно.
П51. Замена объекта – носителя информации – его моделью, копией.
Записанные на пленку сигналы тревоги отпугивают птиц на аэродромах.
П52. Введение недостаточного или избыточного исполнения, заключающегося в том, что необходимое преобразование сначала производят грубо, а затем дополняют его или удаляют избыток.
П54. Изменить принцип действия технической системы.
Эволюция поезда.

Заключение

Данные приемы преодоления технических противоречий более подробно рассматриваются рядом ученых, работающих в области технического творчества.

Целесообразно более подробно ознакомиться с работами профессора ИжГТУ А.А.Коноваловым «Логика изобретений», А.И. Половинкина «Основы инженерного творчества», а также Г.С.Альтшуллера «Алгоритм изобретения».

В последней работе дается несколько другой перечень технических противоречий, хотя есть общие приемы (Приложение Б). В ней даются ссылки на примеры из практики известных изобретений, а также таблица возможных приемов-подсказок для устранения этих противоречий.

Заметки на полях

Чтобы успешнее справиться с делом – надо его начать.

ТЕМА 3: АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ (АРИЗ)

Вопросы

1. Базовый алгоритм Альтшуллера Г.С.
2. Понятие идеального технического решения. (ИТР). Шаги поиска ИТР.
3. Усовершенствования АРИЗ.

1. Базовый алгоритм Альтшуллера Г.С.

Впервые алгоритм опубликован в 1969 году:

Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. Изд. «Московский рабочий», 1-е изд. 1969 г.; 2-е изд., 1973.

Алгоритм произвел фурор. Все стали изобретать.

Особенности алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ) – предпринята первая попытка обобщить опыт изобретателей для создания условий ускоренного развития технических систем.

Альтшуллер Г.С., проанализировав большое количество авторских свидетельств и патентов, выявил в общем виде те приёмы, которыми в них достигнут технический эффект. Этих приемов, по его мнению, около 50 (39 – первоначально). Их он назвал методами преодоления технических противоречий (ТП).

Техническое противоречие (по Г.С. Альтшуллеру) – это несогласованность между наиболее близким аналогом (прототипом) и техническим требованием вновь создаваемого технического объекта (требующимся решением технической проблемы).

Альтшуллер Г.С. попытался построить алгоритм поиска технического решения, если известны «все» методы. Он предложил для решения технической проблемы в первую очередь найти оптимальный метод преодоления технического противоречия путем более чёткого формулирования самой проблемы и противоречия. Найденный метод – существенная подсказка для создания технической системы, обеспечивающей требуемые показатели.

Для облегчения поиска он составил таблицу (Приложение В), пользуясь которой можно найти известные методы устранения противоречий. Схема пользования таблицей представлена на рис.1.

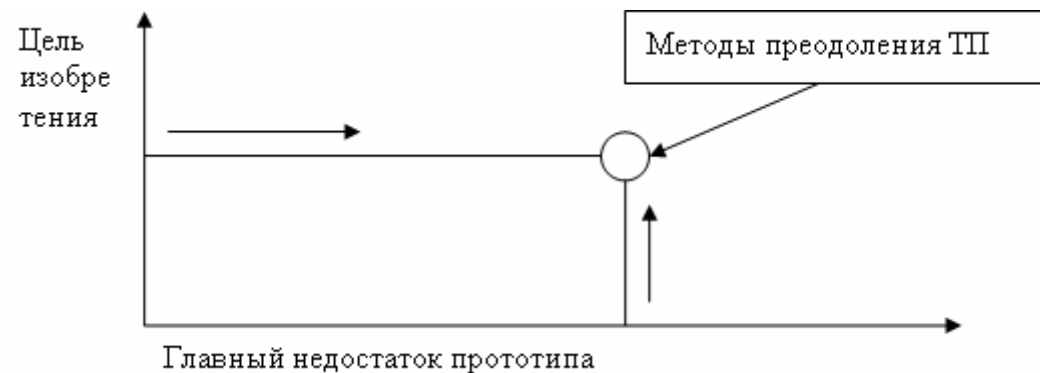
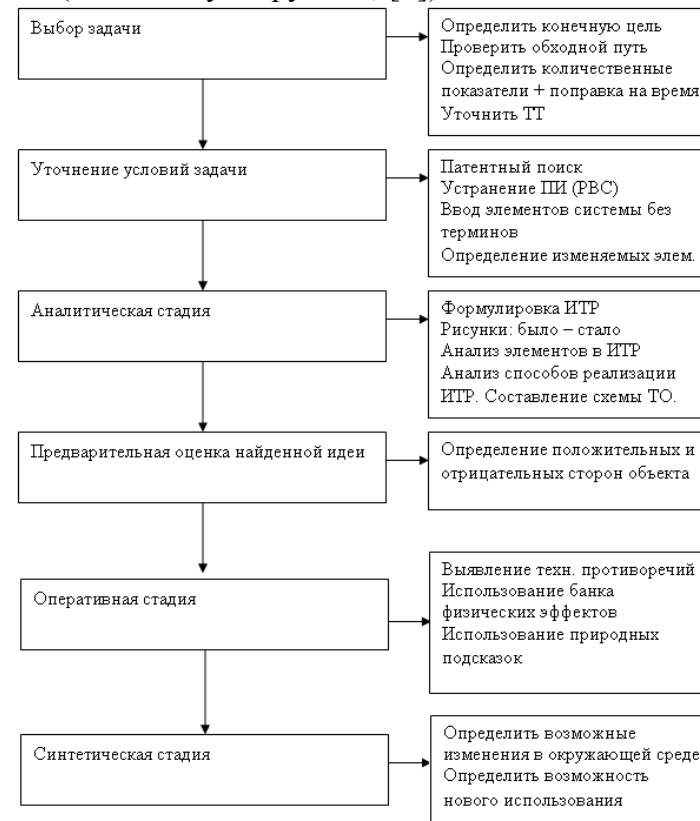


Рис. 1. Схема определения методов преодоления технического противоречия

Базовый алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) можно представить в виде следующей схемы (по Альтшуллеру Г.С., [1]):



Упражнения по освоению приёмов преодоления технических противоречий табличным методом и учебная задача по применению АРИЗ для решения технической проблемы приведены в приложении (Приложение Г).

2. Понятие идеального технического решения (ИТР). Шаги поиска ИТР

Понятие ИТР явилось важным условием разработки алгоритма (АРИЗ). Идеальное техническое решение (ИТР) = идеальный конечный результат (ИКР)

К одному из приёмов, помогающих выбору нового технического решения, относится формулировка *идеального технического решения* (ИТР), которое конструкторы и изобретатели называют по-разному: идеальный конечный результат, идеальная машина, предельно совершенное устройство и т.д. ИТР является как бы ориентиром для выбора прототипа и конструирования улучшенного ТО. Так, например, акад. В. А. Котельников ввел в свое время понятие «идеального приёмника» и показал, что даже лучший из приемников может снизить помехи до определенного предела. Схема идеального приёмника Котельникова направила поиски изобретателей по более узкому и перспективному направлению.

Определение ИТР (по Половинкину А.И., [22]): Будем считать техническое решение идеальным, если оно имеет одно или несколько из следующих свойств:

1. В ИТР размеры ТО приближаются или совпадают с размерами обрабатываемого или транспортируемого объекта, а чистая масса ТО намного меньше массы обрабатываемого объекта.
2. В ИТР масса и размеры ТО или его главных функциональных элементов приближаются к нулю, а в предельном случае равны нулю (когда устройства вообще нет, но необходимая функция выполняется).

3. В ИТР время обработки объекта приближается к нулю или равно нулю.
4. В ИТР КПД приближается к единице или равен единице, а расход энергии приближается к нулю или равен нулю.
5. В ИТР все части ТО все время выполняют полезную работу в полную меру своих расчетных возможностей.
6. ТО, имеющий ИТР, функционирует бесконечно длительное время без ремонта и остановок.
7. ТО, имеющий ИТР, функционирует без человека или при его минимальном участии.
8. ТО, имеющий ИТР, не оказывает никакого отрицательного влияния на человека и окружающую природную среду.

Ниже приведены примеры приближения ТО к ИТР.

Таблица 1

Примеры приближения ТО к ИТР

Прототипы ТО	Значительные приближения к ИТР
Глиняные сосуды для хранения и транспортирования зерна и других сыпучих грузов в древности	Мешок из ткани
Телефон, передающий информацию по проводам	Радиоаппаратура, передающая информацию без проводов, сотовый телефон
Грузовые автомобили 20-х годов с отношением массы машины к массе груза 0,5—0,6	Современные грузовые автомобили с соответствующим отношением 0,2—0,3

Прототипы ТО	Значительные приближения к ИТР
ЭВМ на лампах	ЭВМ на микросхемах и сверхбольших интегральных схемах (карманный персональный компьютер)
Современный телевизор с габаритными размерами 800х600х500 мм	Будущий телевизор с 3-мерным голографическим изображением.

Для формулировки ИТР полезно также использовать следующие правила:

Не следует заранее думать, можно или невозможно в принципе осуществить ИТР; как и какими путями будет реализовано ИТР.

Рекомендуется использовать приём изображения двух картинок: было – стало. При изображении второй картинки не следует ничем себя ограничивать.

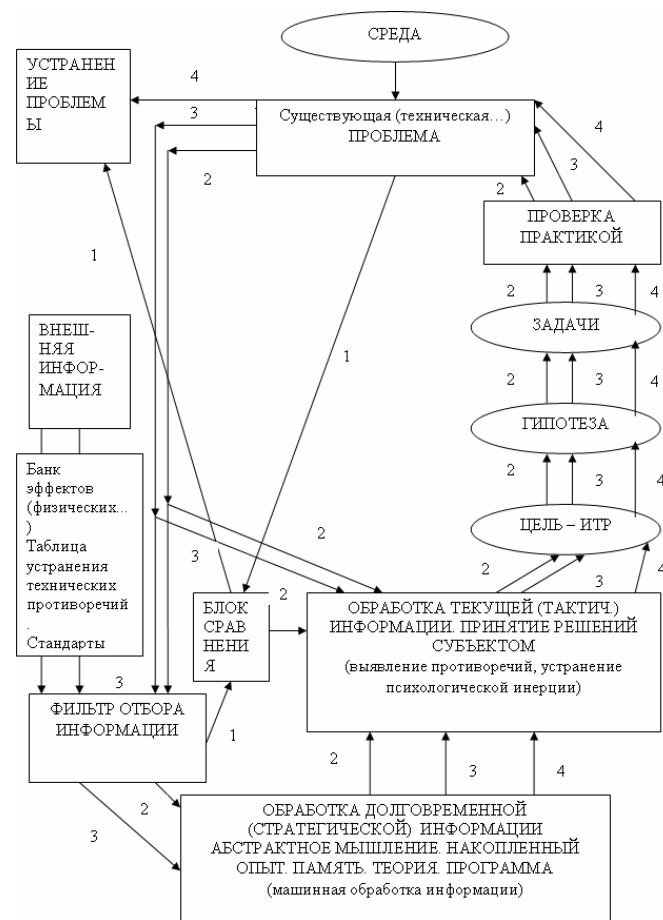
Пример. Применительно к разработке цехового транспортёра можно дать следующую формулировку ИТР: Крупные заготовки без особых дополнительных средств и затрат (или вообще без всяких средств и затрат) сами собой движутся или передаются от склада к рабочим местам.

3. Этапы усовершенствования подходов к решению технических задач

АРИЗ -85В – разработан группой ученых под руководством Альтшуллера Г.С.

Особенность: Применение стандартов решения технических задач. Стандарты разработаны той же группой. Проведены некоторые другие усовершенствования.

Разработка теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), методов инженерного творчества – большой вклад ученых под руководством А.И. Половинкина.



Разработка методики решения технических задач на изобретательском уровне – предложена профессором ИжГТУ Коноваловым А.А.

Обобщая достижения в области АРИЗ, можно предложить схему поиска и обработки информации для создания ТО на уровне изобретения (см. рис.2).

На схеме путь 1 – приводит к решению проблемы, когда в результате патентно-информационного поиска удается найти нужную информацию, которая в полной мере соответствует реальным условиям и удовлетворяет требованиям разработчика.

Рис.2. Схема получения и обработки информации при решении технической проблемы

Пути 2,3 и 4 – фактические пути решения проблемы, когда не удастся сразу найти готовое решение, из-за переменчивости среды и других факторов внутри системы, что требует проведения полного комплекса проектно-исследовательских работ, начиная с поиска и фильтрации нужной информации, выработки цели, гипотезы и задач исследования, проведения экспериментальной проверки выдвинутой гипотезы для решения проблемы.

Рекомендуемая литература

1. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. Изд. «Московский рабочий», 1-е изд. 1969г.; 2-е изд., 1973.
2. Альтшуллер Г.С. Оператор РВС. Метод. указ. к курсу «Технология и психология творчества», Новосибирск, 1986.
3. АРИЗ-83А (сборник материалов по ТРИЗ). Изд. ЦС НТС, 1985.
4. Альтшуллер Г.С. Алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-85В.
5. Альтшуллер Г.С. Стандарты на решение изобретательских задач и методические рекомендации по их использованию. Новосибирск, 1986.
6. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб.пособие для студентов вузов. М.: Машиностроение, 1988, 368 с.: ил.
7. Коновалов А.А. Логика изобретения. Ижевск: Удмуртия, 1990. 128 с.

Заметки на полях

Чтобы раскрыть конечный смысл того, о чём я пишу, нужен человек гораздо умнее меня (Г.Джеймс)

ТЕМА 4: ЭФФЕКТЫ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ В ОБЪЕКТАХ ТЕХНИКИ

Вопросы

1. Технические эффекты, используемые в изобретательстве
 - *Физические эффекты*
 - *Химические эффекты*
 - *Геометрические эффекты*
2. Нетехнические эффекты, используемые в творческой поисковой работе
 - *Биологические эффекты*
 - *Психологические эффекты*
 - *Эстетические эффекты*

1. Технические эффекты, используемые в изобретательстве

В создании современных механизмов, изделий, технологий нельзя обойтись без знаний физики, химии, биологии, математики, программирования и других точных и естественных наук. Учитель технологии (изобретатель) обязан знать и применять в своей работе физические, химические и другие эффекты, хотя их число бесконечно велико. Рассмотрим некоторые из этих эффектов [8, 22].

Физические эффекты

Эскимо изготавливается путем разлива массы во множество цилиндрических форм на барабане. После формования в некоторых случаях эскимо «примерзает» к стенкам формы. Для выемки продукта барабан приходилось подогревать. Решение явно неудачное. Попробовали применить эффект «увеличения объема льда при замерзании». Формочки стали делать чуть-чуть на конус. При замерзании объем возрастает, поэтому мороженое само свободно выползает из формочки.

Описан такой исторический случай. Наполеон пообещал 10 тысяч франков тому, кто отремонтирует падающую стену дворца. Многие просили средств больше, так как работы ожидалась

очень сложные. А один человек предложил вставить в стену два ряда металлических прутьев с захватами. Нагревая их по очереди, он использовал эффект теплового расширения. Расходы не превысили тысячи франков. Остальные деньги Наполеон подарил находчивому и талантливому изобретателю.

Во многих городах возникла вроде бы пустяковая проблема — как отвести птиц, которые садились на памятники и приводили их в очень неприглядный вид. Решение было таково: пропустить внутри памятника металлический штырь, к которому подавать отпугивающий птиц ультразвуковой сигнал.

Екатеринбургская фирма «Акустика» совместно с биофаком Донского государственного университета разработала высокоэффективный ультразвуковой прибор «Белтон УЗУ» для отпугивания крыс и мышей. Это первый экологически чистый метод борьбы с грызунами, нарушающий их нервную систему, но совершенно безвредный для человека (аналогичным эффектом обладает ультразвуковая стиральная машинка).

В Германии создан «электронный нос» для проверки качества пищевых продуктов. Сенсорное устройство прибора воспринимает запах образца и сравнивает его со стандартом, закодированном в базе данных. Если имеются отклонения от нормы, то подается сигнал. Известны приборы, улавливающие запах наркотиков.

Многие знают трагедию «Титаника», гигантского корабля, затонувшего на большой глубине в начале века. Поднять его — проблема почти невыполнимая. Но вот одно из решений, близкое к реальному. Закачать в корабль жидкий аммиак, который при соединении с водой образует лед. Огромный кусок льда сам поднимется на поверхность, а остальное — уже дело техники.

Широко используют изобретатели электростатические явления. Так, например, решили задачу предотвращения засаливания абразивного круга, подведя к кругу и детали одноименный заряд.

Частицы пыли имеют знак «минус». Поэтому, создав постоянное электрическое поле и подведя «плюс» к проложенному по плинтусу проводу, можно очень быстро собрать скопившуюся пыль (это не заменит влажную уборку помещения).

Эффект Доплера состоит в изменении частоты сигнала при движении объекта. На его основе создали прибор для ультразвуковой эхолокации сердца космонавтов, спортсменов. Медики могут наблюдать за работой органов человека, находящегося на расстоянии.

Почти идеальным средством является... пена. Известен «Способ защиты насаждений от заморозков путем покрытия полимерной шубой». Аналогично можно защищать газопровод, водопровод. Пеной можно также покрывать транспортер во избежание пылеобразования. Снимается пена очень легко – водой.

Использование физики в решении технических задач позволит не только закрепить знания в этой области, но и разбудить творческие способности человека.

Химические эффекты

В изобретательстве, техническом творчестве широко используются химические реакции.

Ни один изобретатель, хоть немного знающий химию, не пройдет мимо водорода. Его свойство гидрировать (присоединяться к веществам) известно давно. Таким образом получают маргарин и полимеры, аммиак и синтетический бензин. Создаются и экологически чистые водородные двигатели. Так, выхлоп водородного «Фольксвагена» оказался чище, чем окружающий воздух.

Способность гидридов металлов поглощать и выделять водород при нагреве используют там, где идут циклические процессы (кондиционеры, двигатели, термосы). Широко применяется этот эффект в космонавтике.

Усложнение химических эффектов может дать весьма интересный результат. Вот пример. Для контроля процесса изготовления зубчатых колес необходимо периодически проверять точность соприкосновения пар. Существующие методы малоэффективны, дороги, сложны, неудобны.

Применили нанесение на каждое колесо водного раствора хлорида кобальта (голубого цвета). В месте контакта голубой цвет меняется на ярко-красный.

Буквально всех тревожит проблема нитратов в овощах. Каким может быть индикатор, дешевый и доступный населению? Конечно же, основанный на визуальном химическом эффекте, так называемом фотохромном. Такие индикаторы уже появились в продаже.

В шахтах во избежание аварий от сыпучести грунта предложили склеивать сыпучие породы, вводя через специальные скважины под сильным давлением полиуретан.

Сточные воды нефтебаз чрезвычайно токсичны, так как содержат тетраэтилсвинец. Специалисты из НИИ «Гипро-нефтетранс» разработали систему удаления ядовитого вещества из стоков с помощью озона. В результате реакции с катализатором образуются безвредные окислы свинца.

И, наконец, кислород — то, чем мы дышим. На самом-то деле дышим мы дыхательной смесью, а не чистым кислородом. Без него же не обходятся ни медицина (кислородные подушки), ни металлургия (кислородное дутье), ни резка металла, ни ракетные двигатели.

Родственник кислорода, озон, находит себе широкое применение. Это обеззараживание воды; очистка сточных вод от нефтепродуктов и прочих примесей; консервирование овощей. Озон даже используют для борьбы с раком легких. Но и это еще не все. Без озона было бы технически затруднено получение ряда органических кислот. Озон используют также при создании гормонов, альдегидов, сульфатов и многих других веществ.

Указатель химических эффектов должен быть всегда под рукой любого творчески работающего человека.

Геометрические эффекты

Особенность геометрических эффектов состоит в том, что они не преобразуют энергию, а перераспределяют ее. В решении технической задачи большое место занимает *форма* изделия.

Например, при спуске корабля со стапеля есть риск его чрезмерного углубления и удара о дно. Чтобы избежать этого, предложили к носовой оконечности временно крепить крылья. При спуске они создают гидродинамическую подъемную силу, которая растет с увеличением скорости спуска. Опасность полностью ликвидируется.

Очень интересны конструкции в форме *щеток*. Мы знаем их применение в качестве очистителей поверхностей, создателей электроконтакта. Однако есть еще и возможности «метёлочного» эффекта. В Англии созданы сани, подбитые эластичным материалом в виде прутьев. Или «всепогодный» лыжный тренажер, покрытый синтетическим ворсом с низким коэффициентом трения. Охотничьи лыжи (предотвращают проскальзывание назад).

«Щеточное» устройство очень легко производит сбор ягод, плодов, семян («вычесывая» их без порчи кустарников). Щетки идеально подтверждают физическое противоречие: «должно быть проницаемо и не должно быть проницаемо».

Еще в 1934 году было предложено посадочную полосу для аварийной посадки самолета выполнять в виде щетки.

В последнее время получила распространение застежка-«липучка» Это та же самая мини-щетка.

Спираль.

Главное свойство спирали Архимеда – постоянное расстояние между витками. Спираль давно используется в самоцентрирующихся токарных патронах. Привычная нам спираль в электроплитке, преобразованная в би-спираль и три-спираль, может выполнять и другие функции. Шланг, скрученный в спираль имеет множество применений. Подать давление — выпрямится, сбросить — свернется.

Не меньше возможностей и у *ленты Мёбиуса*, позволяющей использовать обе поверхности за счет перекручивания. Она может применяться везде, где нужны конструкции типа бесконечных ремней (шлифовальная бесконечная лента с «двойной» длиной).

Поистине неисчерпаемы и возможности *шара*.

Все видели переменный конденсатор, у которого пластины входят одна в другую. Но вот изменение конструкции в полусферы резко уменьшило габариты. Шар-поплавок может быть применен не только в сантехнике как клапан, но и как датчик при измерении уровня жидкости. Может быть слоеный шар-датчик, шар-амортизатор, шарик-калибратор, шарик-морозильник. Шарик — главный элемент шарикоподшипника, созданного еще в 1794 году.

Шар — не только идеальное геометрическое тело, но и ценное изобретательское средство.

Не меньшее применение нашел *эллипс*.

Кроме классического использования в качестве кулачков, в последнее время он применяется в устройствах для возбуждения и гашения вибраций. А совсем недавно появился даже движитель на эллипсовидных колесах.

Оригинальное применение в изобретательстве нашли *параболы и гиперболы*. В частности, кубическая парабола является формой перехода рельса на круговой участок. Параболоиды могут прекрасно концентрировать свет, струи газа, даже поток стружки.

В качестве примера гиперболоида может служить ажурная башня Шухова, уникальное сооружение 1896 года.

Решетка мясорубки при работе забивается фаршем. Предложили отверстие в решетке сверлить под углом — недостаток исчез.

При стрельбе из автомата ПППШ (изготовление начала 40-х годов) ствол сильно подкидывало вверх. Предложили сделать небольшой скос на дульном срезе. Этот «компенсатор» резко уменьшил нежелательную реакцию.

Применение геометрических эффектов разнообразно и неисчерпаемо. Они решают задачи, которые кажутся неразрешимыми при применении других эффектов.

2. Нетехнические эффекты, используемые в творческой поисковой работе

Биологические эффекты

Люди не раз замечали, что творения рук человеческих менее совершенны, чем творения природы. Приспособляемость и выживаемость живого мира поразительны, но во многом для человека до сих пор недостижимы.

Моллюск «наутилус» может находиться на глубине 750 метров и перемещаться реактивным способом. Паутина в три раза прочнее стальной проволоки той же толщины. Прочность же клеевых соединений паука превышает прочность и самой нити.

Многие приемы из арсенала природы освоены и применены человеком в технике и науке. Данные биологии в настоящее время нашли себе очень широкое практическое применение. Появились смежные науки: биометаллургия, биоинженерия, биотехнология, биоэлектричество, биоэнергетика, биохимия, биоэлектроника, биомеханика и др.

Очень широко используются свойства живой природы при обнаружении каких-либо дефектов. В США для обнаружения аварий газопроводов используют дрессированных грифов. Для этого в газ добавляют вещество с запахом тухлого мяса. При утечке газа гриф кружится над местом аварии. С этой же целью в Чехии и Словакии высаживают вдоль газопроводов люцерну, которая при выходе газа меняет свой цвет. Шахтеры держат в шахтах канареек, очень чувствительных к рудничному газу — метану. Этому «изобретению», между прочим, уже сотни лет.

Рыбаки из стран Карибского бассейна перед выходом в море жуют корень имбиря, который полностью снимает укачивание.

К лягушкам, живущим в болотах, не пристает никакая инфекция. В коже лягушки проходят противомикробные процессы, а это дает возможность генетикам и микробиологам создать новый класс антибиотиков.

Тренированные собаки на таможне помогают искать наркотики. В мусульманских странах для поиска наркотиков применяют мангустов.

Аквариумные рыбки гуппи определяют качество очистки воды.

Огромную помощь оказывают человеку живые «барометры» и «сейсмографы». В Японии специально разводят рыбку-«сейсмограф», сигнализирующую о приближении цунами.

Медуза, улавливая инфразвук моря, уходит на глубину за несколько часов до шторма.

А вот факт из совсем другой области: сила визга свиньи достигает 120 децибел. Не зря, оказывается, в парусном флоте держали свиней: их визг в тумане позволял избежать столкновения..

Ещё интересный пример. На шарикоподшипниковом заводе в целях контроля качества шариков «обратились за помощью» к специально натренированному голубю. Обладая очень острым зрением, он легко справился с заданием и за каждый отбракованный шарик получал семечко. (Кстати, скоро он погиб от переедания).

Примером биометаллургии может служить практика переработки бактериями отвалов руд.

Для биоочистки озер в Германии применяют дафний (водяных блох). В Израиле очистку пресной воды производят с помощью рыб и солнечных лучей.

В Корею нашли остроумное решение очистки рисовых полей. Запускают на поле несколько сот уток, которые, не трогая рис, очень тщательно уничтожают личинок различных вредителей. Одновременно они рыхлят почву и мутят воду, которая при этом быстрее прогревается.

Известно, что акулы не болеют раком. Возможно, именно у них биохимики найдут разгадку этой «болезни века» и способ ее лечения.

Злоупотребление загаром может привести к раку кожи. Причем риск возрастает в пять раз, если загорать не на пляже, а на гранитных валунах, имеющих повышенную радиацию. Гранит обладает высокой радиоактивностью, а кирпич и дерево — минимальной; это необходимо учитывать при строительстве жилых домов и административных зданий.

Жители Севера (ненцы, коми) не знают, что такое инфаркт и ишемическая болезнь сердца. Исследования показали, что отсутствие болезней подобного рода зависят от потребления рыбы и морепродуктов, обладающих богатым содержанием полиненасыщенных жирных кислот.

Рис — отличный адсорбент. Он как никакой другой злак способствует выведению из организма вредных веществ, которые попадают туда во время строительных работ (пары растворителя, краски, пыль). Наивысшая среди других зерновых калорийность риса (360 кал/100 г) помогает восстановить силы после тяжелой работы.

В последние годы установлено уникальное свойство крапивы. Произрастая даже на зараженных радиоактивным цезием почвах, она в отличие от других растений почти не накапливает цезий в своих тканях, а, вымоченная в течение часа в холодной воде, полностью освобождается от радиоактивных примесей. И в то же время крапива, употребляемая в пищу, способствует выведению из организма цезия и других радионуклидов.

Пчелиные соты состоят из шестиугольных ячеек. Выяснилось, что сосуд такой формы является оптимальным из всех существующих по вместимости, экономичности, прочности.

Японские судостроители создали экспериментальное «китообразное» судно, вместо традиционного «ножевидного». Оказалось, что в этом случае нужен двигатель мощностью на 30% меньше запланированного.

Эти примеры показывают, сколь эффективны могут быть исследования, проводимые наукой бионикой. Бионика изучает особенности строения и жизнедеятельности организмов для создания новых приборов, механизмов и совершенствования существующих. Она быстро развивается, постепенно нащупываются общие принципы, лежащие в основе решения ее изобретательских задач.

В последние годы специалисты в области генетики далеко продвинулись в понимании живых объектов. Возникло новое научно-техническое направление — геновая инженерия,

занимающаяся целенаправленным конструированием новых, не существующих в природе сочетаний генов.

И все же человечеством освоена только ничтожная часть изобретений природы. Задача учителя технологии (исследователя) — правильно и вовремя применить их в своей творческой работе. В некоторых случаях «патенты» природы осуществлены так, что человек до сих пор к ним не может «подобраться». Так, стал уже хрестоматийным пример локатора летучей мыши, который эффективнее самолетного локатора в несколько тысяч раз. Еще лучший локатор есть у дельфина афалины, который к тому же легко переносит давление на глубине 300 м.

Всем известен перископ, но «патент» на него принадлежит рыбке периофтальмусу, которая, зарываясь в ил, выдвигает глаза на тонких стебельках и отлично видит, что происходит вокруг.

Гремучая змея охотится ночью. Добычу она находит чувствительным к теплоте устройством (термоскопом), которое реагирует на изменение температуры вплоть до 0,001 °C.

Ну а сам человек? Миллионы лет природа доводила его до совершенства. Можно сказать, что человек сам создан из изобретений: наши колени — шаровые подшипники, наши руки — рычаги, мозг — мощный компьютер.

За последние 100 лет ослабилась биологическая связь человека с природой. Он стал «экранироваться» от нее. Мы живем в домах с арматурой, ездим в металлических машинах (самолетах, поездах); пользуемся бытовыми приборами, смотрим телевизор, пользуемся компьютером. Вредное влияние оказывает на человека и бытовые электроприборы. Особенно вредны магнитные поля, создаваемые кольцами проводов и кабелей. Понижают вредное воздействие этих полей цветы (бегонии, фиалки).

Общение с животными, с растениями снимает чувство угнетенности, приносит умиротворение и облегчение.

Но деревья по-разному действуют на человека. Они или забирают у него жизненную силу, или добавляют ее за счет космической энергии, аккумулируемой ими постоянно.

Есть деревья-доноры, отдающие энергию (по степени снижения мощности передачи: дуб, сосна кедровая, акация, клен, береза, рябина, шиповник). В старину не зря любили сидеть и думать «под дубом», мебель делали из дуба или березы, но никогда из осины.

Есть деревья — биовампиры, забирающие энергию (по степени снижения мощности отбора: осина, тополь, ива, черемуха, ель, каштан, кактус).

Дерево-донор на поднесенную ладонь действует теплом, а дерево-вампир прохладой. Больше 20 минут около одиноко стоящего дерева-вампира находиться не рекомендуется.

Биополе — это сгусток электромагнитных излучений, исходящих от живого объекта. Биополе проявляется везде, в том числе и во взаимоотношениях людей (с кем-то трудно, а с кем-то радостно, какое-то доброе излучение идет).

Люди, живущие около телецентров в результате воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ) могут страдать расстройством нервной и сердечно-сосудистой систем, бессонницей, аритмией, изменением гормонального статуса и опухолевыми процессами.

Организм генетически запрограммирован природой делать все «по расписанию». Исследования ученых подтвердили наличие у человека биочасов. Каждые 4—5 часов в сутки у человека наблюдается подъем и спад умственных и физических сил.

С этим очень тесно связаны работоспособность, болезни, травматизм. Исходя из этого, надо рассчитывать начало и конец рабочего дня, перерывы на обед и т.д.

Возникла новая наука — хронобиология, исследующая ритмы нашей жизни, задаваемые природой, движением Солнца и фазами Луны.

Наш организм функционирует синхронно с природой.

Психологические эффекты

Кроме вышеуказанных эффектов существуют еще и психологические, влияющие на эмоциональное состояние человека. Они являются, как ни странно, одними из самых значимых при творческой и поисковой работе.

Отметим наиболее актуальные из них, в первую очередь те, которые влияют на человека отрицательно.

1. Эффект «компетентного соавтора». Некоторые изобретения оформляются на большое количество соавторов. Так, молочный пакет (вернее, его замочек) создали 12 соавторов, краску для век — 19, а метод сшивки рукавиц из лент — 33. А кто же истинный автор? Скорее всего, последний в списке.

2. «Психологический айкидо» (уход от конфликта в стрессовой ситуации), основанный на законах защиты и инерции. Одним из приемов защиты является «суперамортизация», то есть то негативное качество, которое Вам приписывают, нужно самому усилить (...да, я такой). Это позволяет выйти из конфликта или свести его к минимуму.

3. Эффект агрессивности. Его сценарий весьма банален. Будущую жертву (не только в драках) настраивают на эту роль, то есть создают вокруг человека атмосферу недоброжелательства. Решением этой проблемы может быть разрушение сценария неожиданным контрвыпадом, то есть следует изобрести способ ухода из-под агрессии, переключив внимание агрессора на него самого.

4. Эффект «отбивания рук». Если человек занят поиском нового и у него что-то не ладится, ни в коем случае нельзя насмешничать, злорадствовать. Наоборот, надо похвалить, высказать уверенность в хорошем исходе. В противном случае интерес к творчеству может пропасть навсегда; особенно это касается подростков.

5. Очень часто у некоторых менеджеров возникает острое желание одернуть, даже наказать активного творческого человека (чтобы не зазнавался). Справедливая критика, конечно, порой

нужна. Но любые критические замечания следует делать с учетом психологии человека: сначала отметить хорошие достижения, потом высказать претензии, а затем вновь выразить уверенность в деловых способностях человека. В таком случае он останется довольным и готовым с интересом продолжать работу. Несоблюдение данной рекомендации обязательно приведет к отрицательному психологическому эффекту. Чем человек более воспитан, тем меньше на него надо «давить».

6. «Взрывной» эффект. Новаторы, изобретатели, как правило, люди с обостренным самолюбием, нередко «не от мира сего». Потому они очень тяжело реагируют на мелочные уколы и придирки, насмешки над их одержимостью. Творческий человек, как известно, — источник событий. Поэтому члены любого коллектива из боязни перемен всегда будут относиться к нему с опаской. Подобного рода отношение, нередко насаждаемое в коллективах искусственно, обязательно приводит к конфликту, взрыву. Что же касается творчества, то оно при этом исчезнет надолго невзирая ни на какие административные меры.

7. «Держать удар». Выражение пришло из спорта. Новаторы неизбежно слышат в свой адрес от бездарей и лодырей уколы, придирки, насмешки. Все это надо мужественно перенести, заранее настроившись на недопонимание.

8. Эффект «падения». При появлении страха, неуверенности, ожидания неудачи целесообразно как можно чаще проходить аутогенную тренировку, настраивая себя на активную работу и уверенность в своих силах.

9. Эффект «спины». Человек, сидящий спиной к двери, интуитивно ощущает потенциальную опасность. Казалось бы, совсем мелочь, но это беспокойство снижает порой на 30% творческий настрой и вдохновение.

10. Эффект «окончания работы». Когда уже видно завершение работы, новатор может потерять бдительность и потерпеть неудачу. У работников ГАИ этот феномен называется «чувством конюшни».

Имеется в виду ситуация, когда шофер, возвращаясь из длительной поездки, у самого дома попадает в аварию. Поэтому рекомендуется перед завершением работы сделать маленький перерыв и успокоиться.

Есть достаточно наработанного материала по проблемам психологии, педагогики общения, раскрывающим факторы, благоприятные и не благоприятные для плодотворной творческой деятельности. Популярны работы Д.Карнеги. Опираясь на знание психологии, умело регулируя отношения с людьми, можно добиться не только «вдохновения по заказу», но и плодотворной работы. А это заветная цель каждого творческого работника.

Эстетические эффекты

Порядок, стройность, красота, согласованность оказывают положительное воздействие на творчество. Можно привести слова известного авиаконструктора А.Н.Туполева: «Некрасивый самолет летать не может». В этом отношении созданная природой биосфера — само совершенство (с математической и эстетической стороны). В природе все красиво — и фауна, и флора. Можно с уверенностью утверждать, что высокая культура производства, красота исполнения являются основой и непременным условием творческого труда. Комфорт, привычная обстановка способствуют творческому состоянию человека. А вот шум и вибрация угнетающе действуют на все живое — и на растения, и на животных, и на человека.

Известно, что в небольшой, уютной комнате плодотворнее работает, чем в огромном зале с большими окнами и высоким потолком, где человек чувствует себя маленьким и заброшенным. Настроение и творческий запал в таких условиях обычно снижаются.

При организации творческого труда велика роль цветового решения интерьера. Человек способен различать 120 цветовых оттенков. Цвета бывают холодные и теплые, успокаивающие и раздражающие. Надо учитывать цветовую зависимость.

Например, горячие цеха окрашивают в холодные тона (голубой, синий, фиолетовый), что создает иллюзию охлаждения. Кнопки красят в красный цвет, штурвалы — в черный, цоколь — в темно-зеленый, движущиеся части — в желтый и т.п.

Благотворно влияет на человека желто-зеленый цвет (недаром трава и деревья зеленые). Зеленый повышает остроту зрения, улучшает дыхание, кровообращение и слух.

Каждый цвет обладает определенной энергией, которая способна вызвать не только соответствующее настроение, но и оказывать воздействие на органы чувств. Люди, знакомые с энергетикой цвета, могут использовать ее во многих жизненных ситуациях, в частности при выборе цвета одежды и интерьера квартиры или офиса.

Цвета несут в себе следующие энергетические решения:

Белый несет в себе отдых и расслабление.

Серый считается нейтральным, скрытным, носителем тайны.

Черный должен быть идеально чистым, он склоняет ко сну и покою.

Фиолетовый склоняет к доверительности.

Зеленый символ роста, движения, постоянства во вкусах.

Красный цвет энергии, силы, напористости, власти и ...любви.

Коричневый цвет стадности и эмоциональности толпы, вместе с тем он располагает к уюту.

Оранжевый нужен тем, кто трудно воспринимает новое.

Желтый раздражающий, не зря его называют «цвет измены».

Голубой цвет прохлады, спальни, успокаивает нервы, снимает боль.

Синий деловой цвет, снижает излишнюю эмоциональность.

Отдавая предпочтение какому-нибудь цвету, мы создаем благоприятную для себя атмосферу.

С помощью сочетаний цветовых пятен можно выразить всю гамму человеческих эмоций. Творческий человек зачастую и мыслит цветовыми пятнами, составляя смысловой ряд символов, ведущих к реализации замысла.

На организм человека, на его деятельность большое влияние оказывают запахи. Они могут регулировать физическую силу, повышать (понижать) слух и зрение, кровяное и внутричерепное давление, температуру тела, изменять ритм дыхания и пульс. Положительное действие оказывает приятные, нерезкие запахи при малой концентрации их в воздухе (запах садов, полей, леса).

Эти «воздушные витамины» доставляют удовольствие, оказывают благотворное влияние на нервную систему, вызывают приятные ассоциации и тем самым повышают творческие возможности и настрой человека.

Положительное влияние оказывает на вдохновение музыка. Исследования показали, что музыка Моцарта усиливает прилив творческой энергии, а рок-музыка и подобные ей — снижают. Существует еще и цветомузыка, влияющая на творческие ассоциации.

Все указанные эффекты порознь и в комплексе оказывают свое влияние на вдохновение и интерес к созиданию. Любой творческий человек, закончив работу, испытывает эстетическое наслаждение, радость и удовлетворение.

Литература

Вульфсон С.И. Уроки профессионального творчества: Учеб.пособие для студ. спец. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 1999. 160 с.

Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб. пособие для студентов втузов. М.: Машиностроение, 1988, 368 с.: ил.

ТЕМА 5: ТЕХНИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА И ВЫБОР ПУТЕЙ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Вопросы

1. Изобретательский уровень технической задачи.
2. Подходы к конструированию объектов техники.
3. Критерии оценки решения технической задачи (экономические, экологические, эргономические, эстетические).
4. Функции технического объекта

1. Изобретательский уровень технической задачи

Ранее мы установили, что под задачей технического плана будем подразумевать цель деятельности человека в конкретных заданных условиях по созданию некоторой технической системы (машины, механизма, устройства), предназначенной для осуществления определенной его потребности.

Любая техническая задача является следствием проблемы, которую человек не в состоянии решить с помощью известных ему методов или собственных сил. Для достижения поставленных целей, он вынужден использовать резервы своего интеллекта.

Только, создавая принципиально новые технические решения, можно добиться эффективного решения стоящей технической проблемы. Это объясняется тем, что любые, найденные ранее, технические решения (аналоги) из-за изменений как внешней среды (надсистемы – социальной, климатической, технологической), так и внутренних изменений, происходящих в самом человеке (физиологических, психологических), препятствуют

напрямую получить требуемый качественный результат в данный момент времени, а тем более с расчетом на перспективу.

Данное обстоятельство вынуждает человека более продуктивно работать на всех стадиях решения технических задач, начиная от осознания стоящей перед ним проблемы, поиска идеи ее решения и заканчивая разработкой, изготовлением и внедрением созданного технического объекта в эксплуатацию.

При этом, чем выше уровень проработки технической задачи, тем быстрее техника найдет своего потребителя, тем больше будет срок ее эффективной эксплуатации. И наоборот. Во многом это определяется интеллектуальным (изобретательским) уровнем технической разработки, продуманностью экологических последствий производства и эксплуатации технического объекта, эргономичностью ТО и его эстетическими характеристиками.

Техническое решение (по патентному закону РФ) имеет изобретательский уровень, если оно для специалиста, профессионально занимающегося в данной области, явным образом не следует из уровня техники.

Уровень техники включает любые сведения, ставшие общедоступными в мире до даты приоритета изобретения.

2. Подходы к конструированию объектов техники

Известны два подхода к конструированию объектов техники:

- автономный (структурный) подход;
- системный (функционально-структурный) подход.

Первый подход подразумевает разработку конструкции объекта для удовлетворения конкретной потребности человека (устройство должно поднять груз на нужную высоту,

вымыть посуду...). При этом конструктор практически не увязывал создаваемую конструкцию с внешней средой, с эффективностью производства и эксплуатации ТО в части потребления ресурсов экосистемы и возможности нарушения природного баланса. В поле зрения конструктора в этом случае попадает только структура разрабатываемого объекта и система взаимосвязей его составных элементов (внутренняя система).

Второй подход опирается на следующие важнейшие принципы системного анализа, которые применительно к конструированию ТО сводятся к следующему: процесс принятия конструкторского решения должен начинаться с выявления и чёткого формулирования конечных целей конструирования; необходимо рассматривать техническую проблему как целое, как единую систему и выявлять все последствия и взаимосвязи каждого частного конструкторского решения; необходимы выявление и анализ возможных альтернативных путей достижения цели; конкретно поставленные конструкторские цели не должны вступать в конфликт с целями всей технической системы, в которую входит ТО.

В соответствие с этим подходом изучению подвергается поведение технической системы (ТС) в целом, т. е. ее функции, как внешние (потребительские, удовлетворяющие потребность человека), так и внутренние (обеспечивающие рабочие связи элементов ТС).

Потребители продукции чаще всего прибегают к изучению функциональных особенностей тогда, когда приобретают изделия, осваивают технологию их применения, изучают эксплуатационные возможности. Внутреннее содержание начинает интересовать потребителя лишь в том случае, если возникает неисправность, отказывает та или иная подсистема, появляются отклонения от заданных требований. В свою очередь, при конструировании изделий традиционно акцент делается на структурное представление изделия. Таким образом, роль структурного и функционального подходов меняется в зависимости от этапа жизненного цикла объектов.

Однако досконально исследовать объект, будь то прибор, машина и т.д., только через призму функций невозможно, так как функции реализуются лишь в структуре. Поэтому необходимо совмещать функциональный и структурный подходы.

Переход к конструированию современных технических систем предшествовали осознание и критика автономного подхода, господствовавшего на прежних ступенях развития техники, когда «единицей» конструирования было отдельное техническое средство (машина, отдельное орудие и т. д.), а не целостная система, как это стало теперь (рис.3).

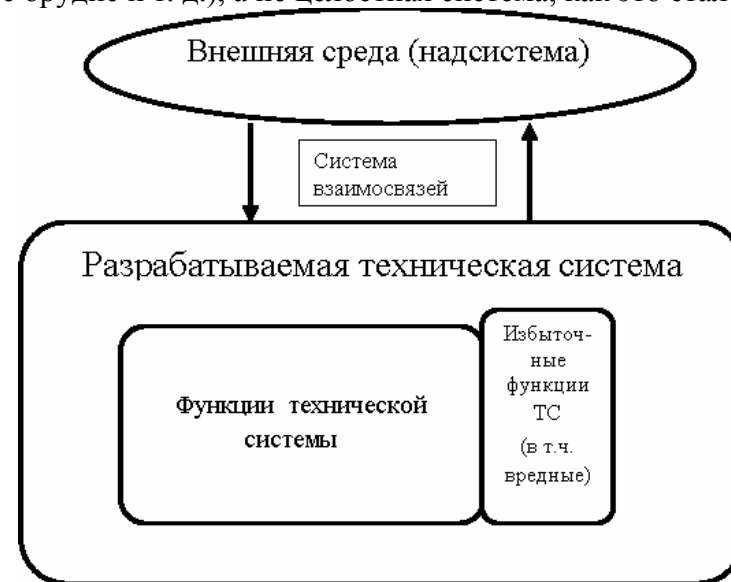


Рис. 3. Функциональный состав разрабатываемой технической системы

Хотя этот переход уже четко обозначился в сознании людей, часто подход к решению многих технических задач остается прежним. В России это во многом определяется недостаточным вниманием, уделяемым системе проектной подготовки учащихся образовательных учреждений различного типа. И в первую очередь это относится к системе конструкторской подготовки учащихся.

Системный подход при разработке технических объектов предусматривает выявление всех элементов, включенных в сферу его жизнеобеспечения, и в первую очередь, внешней среды.

3. Критерии решения технической задачи (экономические, экологические, эргономические, эстетические).

В качестве **экономического критерия** оценки разработанного технического объекта можно принять сумму затрат (издержек) на производство и эксплуатацию технической системы (объекта). При этом целесообразно исходить из минимизации суммарной величины этих затрат.

В качестве **экологического критерия** оценки разработанного технического объекта можно принять уровень потребления природных ресурсов на стадиях его производства и эксплуатации. Чем он меньше, тем более экологичным может считаться разработанный ТО. Другим **экологическим критерием** можно считать уровень неиспользуемых отходов при производстве, эксплуатации и утилизации. Чем ниже он по значению, тем менее вероятно нанесение человеком природе невосполнимого экологического урона.

Эргономические и эстетические критерии решения технической задачи

Из всех показателей качества технического объекта большое значение имеет реализация эргономических требований к нему и эстетическое его оформление.

Эргономика как наука занимается комплексным изучением трудовой деятельности оператора (пользователя ТО). Необходимость учета эргономических показателей вызывается тем, что эффективность работы машины весьма существенно зависит от условий, в которых находится оператор.

В качестве комплексного **эргономического критерия** оценки разработанного технического объекта можно принять уровень комфорта человека, использующего ТО. Чем он выше, тем выше эффективность совместного действия человека и ТО.

Техническая эстетика изучает закономерности художественного конструирования технических изделий.

Эстетические показатели технического объекта тем выше, чем в большей степени в их форме реализуются общие принципы **композиции**, лучше проработано **цветовое решение** ТО.

4. Функции технического объекта

Функции элементов ТО могут быть разделены на четыре группы: главные, основные, вспомогательные, ненужные.

Главные функции – это внешние функции, которые призваны выполнять ТО. В структуре ТО главные функции (они выделяются при составлении таблицы анализа функций и обозначаются через Φ_0) выполняют главные элементы, которые обозначаются символами E_0 .

Основные функции – это внутренние функции, которые выполняют элементы, непосредственно обеспечивающие работу главных элементов; при исключении любой основной функции главная функция в принципе не может быть реализована.

Вспомогательные функции – это внешние или внутренние функции ТО. Они относятся к элементам, которые делают реализацию главной или основной функции более эффективной, более приемлемой или привлекательной для потребителя и т. п.; при исключении любой вспомогательной функции работоспособность ТО сохраняется, но ухудшаются некоторые показатели качества.

Ненужные функции – это внешние или внутренние функции ТО. Они относятся к элементам, которые не играют существенной (или никакой) роли в обеспечении работоспособности ТО и повышении его качества; таким образом, при исключении ненужной функции и соответствующих элементов показатели качества не ухудшаются, а некоторые могут даже улучшаться.

Часть элементов с ненужными функциями обычно выявляется при составлении таблицы анализа функций, когда возникает затруднение при формулировке функции какого-либо элемента. Для этих элементов в таблице анализа функции следует указывать: «Полезной функции не имеет». Другую часть таких элементов выявляют среди тех, которые имеют вспомогательные функции. По отношению к этим элементам задают вопрос: «Какие появятся отрицательные последствия при исключении данного элемента?» При ответе на этот вопрос проводят мысленное или физическое моделирование — путем экспериментального испытания. Пример анализа функций электрического счетчика и их описание представлен в таблице 2.

Таблица 2

Пример классификации функций ТО (электросчетчик).

Класс функций	Описание функций
Главная функция	Измерение расхода электроэнергии
Основные функции	• Обеспечение непрерывности электрической цепи между входом и выходом • Измерение мгновенных значений расходуемой электроэнергии • Непрерывное суммирование мгновенных расходов электроэнергии • Обеспечение индикации результатов измерения
Вспомогательные функции	• Обеспечение необходимой точности измерений • Создание красивого внешнего вида • Гарантирование требуемой надежности и износостойчивости • Обеспечение нормального уровня техники безопасности • Удовлетворение требованиям эргономики

Выводы:

Решение технической задачи на качественно новом (изобретательском) уровне, в основе которого лежит устранение противоречия между необходимостью решить стоящую перед разработчиком проблему и имеющимися на этот период техническими возможностями, определяется, в первую очередь, выбором подхода к конструированию технического объекта. Наиболее эффективным подходом в настоящее время является системный подход, учитывающий взаимосвязи разрабатываемого объекта с внешней средой на всех стадиях его производства и эксплуатации. Это можно более точно учесть, применяя для оценки объекта экономические, экологические, эргономические и эстетические критерии. В основу анализа объекта разрабатываемой техники целесообразно положить функциональный подход, определяющий выполнение главной (внешней) функции объекта совокупным выполнением основных и вспомогательных (внутренних) функций.

Литература

7. Галашев В.А. Системный подход к решению технических задач. Технологическое образование: теория, методология, практика: Сб.науч.ст./Под ред. В.П. Овечкина. Ижевск, 2003. 135 с. (с. 65 – 71).
8. Галашев В.А. Экосистемный подход к конструированию объектов предметной среды. Парадигмы образования: материалы международной научно-практической конференции 25-27 апреля 2006 г. / Под ред. А.А. Баранова, В.Ю. Хотинец. Ижевск, 2006. 295 с. (с.231–235).
9. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб.пособие для студентов втузов. М.: Машиностроение, 1988, 368 с.: ил.

ТЕМА 6: ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Вопросы

1. Методика проведения функционально-структурного анализа технического объекта.
2. Конструкторская реализация функций объекта (примеры).

1. Методика проведения функционально-структурного анализа технического объекта

Рассмотрим методику изучения конструкции и структуры ТО, который требуется усовершенствовать. При таком изучении в первую очередь необходимо понять и уточнить следующее:

- какие функции выполняет каждый элемент ТО и как элементы функционально связаны между собой;
- какие физические операции (преобразования) выполняет каждый элемент и как операции взаимосвязаны между собой;
- на основе каких физико-технических эффектов работает каждый элемент ТО и как эти эффекты взаимосвязаны между собой.

При выяснении этих вопросов появляется четкое и цельное представление об устройстве ТО (которое требуется усовершенствовать) с функциональной и физической точек зрения. Без такого представления затруднительно заниматься поиском нового наиболее эффективного технического решения.

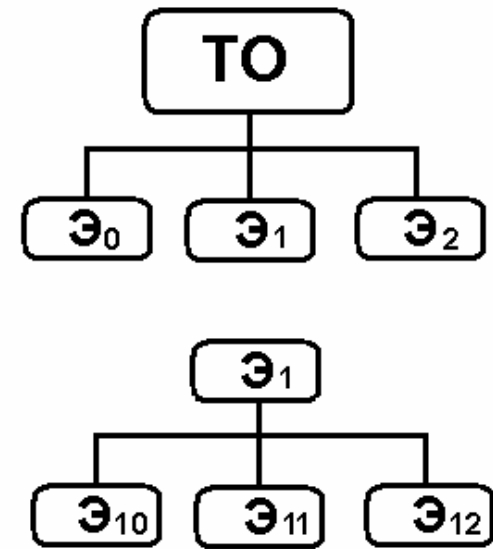
Построение конструктивной функциональной структуры (ФС) основывается на законе соответствия между функцией и структурой ТО

Разделение ТО на элементы.

В основу анализа функций ТО и построения конструктивной ФС положен принцип выделения и рассмотрения структур с двухуровневой иерархией, т.е. любой ТО можно разделить на несколько элементов, каждый из которых имеет вполне определенную функцию (или функции) по обеспечению работы ТО или его элементов. При этом рассматриваемый ТО представляет собой верхний уровень, а выделенные функциональные элементы — нижний.

Если требуется продолжить (углубить) анализ, то каждый из выделенных элементов нижнего уровня рассматривается как самостоятельный ТО, который также можно разделить на несколько функциональных элементов и т. д. (см. рис.4). Объединение таких структур с двухуровневой иерархией позволяет получить многоуровневую структуру. Однако мы будем рассматривать в основном двухуровневые структуры, поскольку конструктивные ФС, построенные на основе многоуровневых структур, получаются сложными и труднообозримыми, тем более, что человек при изучении, анализе и синтезе ТО обычно выделяет и рассматривает двухуровневые структуры, переходя по горизонтали или вертикали от одной структуры к другой.

Глубина многоуровневого разделения ТО на элементы обычно определяется характером решаемой проектно-конструкторской задачи или задачей изучения ТО. Предельное детальное разделение ТО возможно до **неделимых** (в функциональном смысле) элементов.



И Т.Д.

Рис.4. Схема анализа функций ТО с использованием двухуровневой иерархии

Неделимым элементом будем называть деталь (или часть детали) с минимальным числом функций (не менее одной) по обеспечению работы других элементов, при любом делении которой появляются элементы, не имеющие самостоятельной функции или с одинаковыми функциями. Примерами таких элементов являются шарик в подшипнике или

шариковой авторучке, труба, проводящая жидкость, жидкость в гидроцилиндре, конусная заостренная часть гвоздя и т. п.

Таким образом, любой ТО (кроме неделимых элементов) может быть разделен на несколько укрупненных функциональных элементов, каждый из которых должен иметь минимальное число (не менее одной) определенных функций. Такое разделение обычно соответствует установившемуся в инженерной практике конструктивному разделению на агрегаты, блоки, узлы, детали, части деталей.

Одновременно с разделением ТО на элементы выделяют объекты окружающей среды (ОС), с которыми рассматриваемый ТО находится в функциональном или вынужденном взаимодействии и которые существенно влияют на конструкцию ТО. В первую очередь к ОС относятся объекты, воспринимающие действие ТО. К объектам ОС также могут относиться подводимая энергия, управляющие сигналы, объекты, на которые действуют отработанные вещества, неблагоприятные излучения и другие воздействия, оказывающие существенное влияние на конструкцию ТО, и т. д.

Среди всех выделенных элементов ТО при проектно-конструкторских разработках особое внимание чаще всего уделяют *главным элементам* (или первичным, исходным элементам), которые можно выделить у большинства ТО. К главным элементам будем относить рабочие органы и другие элементы, которые непосредственно взаимодействуют с предметом обработки и другими объектами ОС. При выделении главных элементов и соответствующих им объектов ОС рекомендуется иметь в виду следующие свойства:

- функция главных элементов, **как правило**, совпадает с функцией ТО или в решающей мере зависит от функции ТО;
- объекты ОС для главных элементов, как правило, совпадают с объектами, на которые направлено действие ТО.

В табл. 3 приведены примеры главных элементов и соответствующих им объектов ОС.

Таблица 3

Примеры главных элементов и объектов окружающей среды (ОС)

Наименование ТО	Объекты окружающей среды (V)	Главные элементы (E ₀)	Функция главных элементов, совпадающая с функцией ТО
Карандаш	Бумага	Грифель	Образует на бумаге видимый след произвольной формы
Лопата	Грунт	Штык	Обеспечивает изменение структуры грунта
Лампа накаливания	Окружающие объекты	Нить накала	Освещает окружающие объекты

Главным элементам присваивают обозначение E₀ (если их несколько, то E₀₁, E₀₂, ...). Остальным элементам присваивают обозначения E₁, E₂, ..., E_n. Объекты ОС, с которыми взаимодействуют ТО и его элементы, обозначают через V₁, V₂, ...

2. Конструкторская реализация функций объекта

Описание функций элементов.

Результаты разделения ТО на элементы и описание их функций оформляют в специальной таблице анализа функций (табл.4).

Рассмотрим пример анализа функций шарикоподшипника (рис.2).

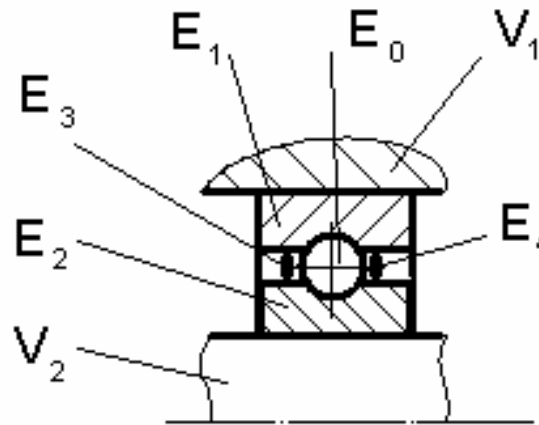


Рис.5. Подшипник качения (E₀ , E₁ , E₂ , E₃ , E₄ – элементы структуры; V₁, V₂ – элементы внешней среды)

Таблица 4

Анализ функций шарикоподшипника
 Функция шарикоподшипника:
 снижает трение между втулкой (V_1) и осью (V_2)

Элемент		Функция	
Обозначение	Наименование	Обозначение	Описание
E_0	Шарики	Φ_0	Снижает трение между внутренним (E_2) и наружным (E_1) кольцами
E_1	Кольцо наружное	Φ_1	Обеспечивает связь подшипника с втулкой (V_1)
E_2	Кольцо внутреннее	Φ_2	Обеспечивает связь подшипника с осью (V_2)
E_3	Сепаратор	Φ_3	Обеспечивает равномерность распределения шариков (E_0) по окружности
E_4	Смазка	Φ_4	Снижает трение между шариками (E_0) и сепаратором (E_3)

С целью более точного уяснения взаимосвязей элементов ТО между собой и элементами внешней среды строится конструктивная функциональная структура изучаемого объекта.

Построение конструктивной функциональной структуры (ФС)

Конструктивная ФС представляет собой ориентированный граф, вершинами которого являются наименования элементов ТО и объектов ОС, а ребрами — функции элементов.

При построении ФС сначала изображают вершины (узлы). Первая сверху вершина — наименование самого ТО. Во втором ряду (по горизонтали) предпочтительно располагать вершины-объекты ОС, в третьем ряду вершины-элементы. В вершинах, представляющих собой овалы или прямоугольники, указывают обозначения (в соответствии с табл. 4) и наименования объектов ОС и элементов.

После этого строят направленные ребра (лучи) графа. Ребра выходят из вершин-элементов, чьи функции они описывают, и заканчиваются в вершинах-элементах, работу которых они обеспечивают, или в вершинах-объектах ОС, взаимодействующих с рассматриваемым элементом. Из каждой вершины-элемента выходит столько ребер, сколько функций имеет элемент. Вершины, в которых заканчиваются ребра-функции, указаны в описании функции (в скобках). Конструктивная ФС может иметь ребра двух типов. Первый тип — простые ребра, начинающиеся в одной вершине и заканчивающиеся в другой единственной вершине. Ребра второго типа описывают функции элементов, которые обеспечивают соединение или взаимодействие между другими несколькими элементами и объектами ОС. Такие ребра имеют один «выход» и несколько «входов», соединенных между собой И-вершиной, т.е. они начинаются в одной вершине-элементе и через абстрактную И-вершину заканчиваются в двух и более вершинах-элементах (объектах ОС).

Всем ребрам на графе присваивают обозначения, совпадающие с обозначениями соответствующих функций элементов. Вершины графа (при их изображении) рекомендуется располагать в таком порядке, чтобы было минимальное число пересечений ребер и чтобы вершины, связанные ребрами, были ближе друг к другу. При этом можно допустить расположение элементов и в четвертом ряду.

На рис. 6 изображена конструктивная ФС, построенная по табл. 4.

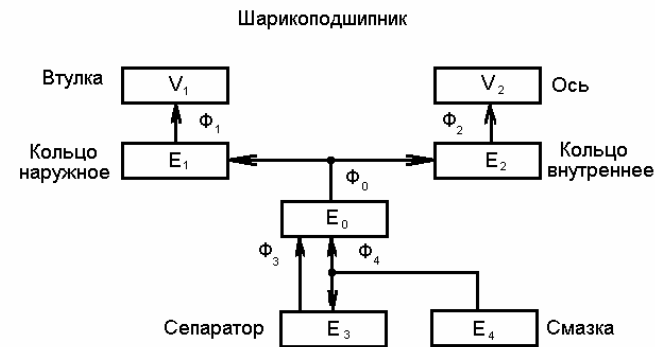


Рис. 6. Конструктивная ФС шарикоподшипника

Конструктивная ФС позволяет получить более наглядное и цельное представление о ТО с функциональной точки зрения.

Анализ ее позволяет исключить некоторые, в том числе, ненужные функции и элементы, а значит упростить конструкцию без потери выполнения главной функции ТО (рис. 7, 8).

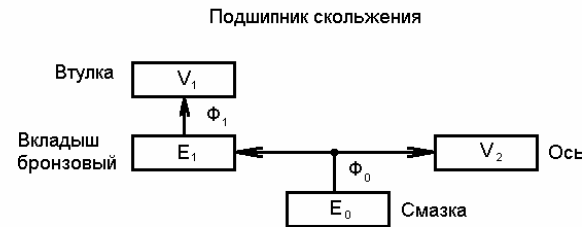


Рис. 7. Пример преобразования ФС шарикоподшипника в подшипник скольжения

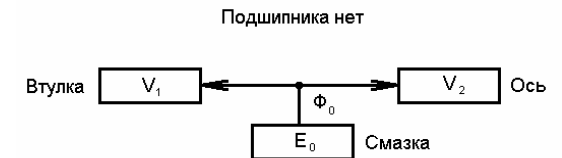


Рис. 8. Пример преобразования ФС шарикоподшипника в идеальное техническое решение

Иногда может оказаться целесообразным построение и использование единой конструктивной ФС для многоуровневого иерархического разделения ТО на элементы.

Построение конструктивной ФС технологического процесса, материала или вещества.

Аналогично анализу функций ТО может быть проведен анализ технологических процессов, материалов и веществ. При этом для технологических процессов ФС представляет собой граф, вершинами которого являются обрабатываемые объекты E , а ребрами — элементарные операции Φ с указанием режимов обработки. У материалов (веществ) к вершинам относятся компоненты E , из которых состоит материал, а ребрами — функции компонентов Φ .

Литература

Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб.пособие для студентов втузов. М.: Машиностроение, 1988, 368 с.: ил.

ТЕМА 7: ПРОВЕДЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА (ФСА) ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Вопросы:

1. Формулировка ФСА
2. Этапы проведения функционально-стоимостного анализа
3. Определение и сравнение стоимости функций
4. Выявление в техническом объекте функциональных зон наибольшего сосредоточения затрат
5. Постановка задач поиска более рациональных и оптимальных конструкторско-технологических решений с позиции ФСА

Проведение структурно-функционального анализа ТО, как мы знаем, должно сопровождаться выявлением и последующим устранением ненужных, вредных функций. Однако, этого недостаточно для реального усовершенствования изделия. Кроме этого необходимо знать стоимость реализации каждой функции, зоны сосредоточения их в техническом объекте, что определяет стоимость производства и эксплуатации технического объекта.

Учет стоимости функций, впервые выполненный группой инженеров компании "Дженерал электрик" во главе с Л. Майлзом получил название - "инженерно-стоимостный анализ", а в дальнейшем – функционально-стоимостный анализ (далее ФСА).

Интуитивно, функционально-стоимостный анализ применялся всегда и везде, где есть издержки. Даже в быту, при покупке, скажем холодильника, мы мысленно на одну чашу весов кладем его главную функцию – сохранять продукты, а на другую чашу его стоимость. Или другой пример – технологический контроль некоего механизма при его разработке, когда технолог интуитивно анализирует технологические и экономические возможности предприятия при изготовлении изделия, его узлов и деталей.

Так упомянутый выше Л. Майлз в период второй мировой войны, когда конструкторский отдел фирмы столкнулся с нехваткой дефицитных цветных материалов, нашел способ замены их на более доступные и дешевые материалы. Проведенный в последствии анализ работы показал, что почти все изделия фирмы функционировали нормально, а надежность некоторых даже повысилась...

Примерно, в тоже время ФСА стал применяться и СССР, когда Ю.М. Соболев создал метод поэлементной отработки конструкции.

В настоящее время ФСА осуществляется с привлечением различных подразделений и специалистов. Кроме конструирования и анализа технологии объектов в поле деятельности ФСА включаются организационные и управленческие процессы, производственные структуры предприятий и организаций.

По оценке американских специалистов, каждый доллар, затраченный на проведение ФСА, дает десять долларов прибыли.

1. Формулировка ФСА

ФСА – метод исследования функций объектов, направленный на реализацию потребительских свойств при минимальных затратах.

Важной особенностью метода является и то, что каждая функция ТО описывается в наиболее обобщенном виде, она как бы отделяется от своей материальной оболочки.

Промышленность выпускает большое количество наименований изделий, тогда как количество функций значительно меньше.

На практике очень важно правильно научиться сформулировать функции. При этом рекомендуем придерживаться ряда правил:

- Первое правило - точность. Формулировка должна отражать действительное содержание процесса, для выполнения которого предназначен объект. Например, фонарь освещает местность, проводник проводит ток и т.п.
- Второе правило - абстрактность. Формулировка не должна быть жестко зависимой от вида объекта или варианта решения. Невыполнение этого правила сужает поле поиска и резко ограничивает варианты решения с вытекающими отсюда экономическими последствиями.
- Третье правило - лаконизм. Формулировка функций должна быть одновременно краткой, и исчерпывающей, и состоять по возможности из двух слов – глагола и существительного. Однако лаконизм не может игнорировать первое правило. Точность характеристики требует применения более сложных грамматических сочетаний. Например, «генератор тока преобразует механическую энергию в электрическую», «переключатель замыкает и размыкает электрическую цепь».
- Четвертое правило – количественная характеристика. В формулировках функций желательно использовать существительные, обозначающие конкретные единицы измерений (например, масса - в килограммах, работа в джоулях и т.д.). Это на

последующих стадиях облегчает установление соотношений между функциями и затратами, а также дает возможность оценивать функции на более конкретном уровне.

- Пятое правило - полнота выявления функций. Определяя функции, фактически выполняемые объектом, надо указывать все реализуемые им функции, даже те, для осуществления которых он не предназначался. Это правило очень важно! Оно поможет потом выявить ненужные функции и свойства, найти пути их устранения.

При функциональном подходе к анализу ТО специалист ФСА, вначале абстрагируется от реальной конструкции и сосредотачивается на ее функциях. Для него исследуемый объект - это совокупность функций. Четко определив функции специалист, формулирует задачу не "Как снизить затраты на данное изделие?", а ***"Необходимы ли эти функции? Если да, то необходимы ли предусмотренные количественные параметры? Каким наиболее экономичным путем можно достичь выполнения функций?"***.

Такая постановка вопроса изменяет сложившийся стереотип мышления и позволяет получить значительно более весомый экономический эффект.

Итак отличительной чертой ФСА является соизмерение значимости функций с затратами на их осуществление.

2. Этапы проведения функционально-стоимостного анализа

Проведение ФСА вкратце состоит из следующих основных этапов.

Этап 1. Подготовительный.

На этом этапе осуществляются мероприятия по подготовке к проведению ФСА, выбор объекта и постановка целей анализа, определение сроков и состава исполнителей исследования.

Этап 2. Информационный.

На этой стадии производится сбор и обработка технико-экономической и другой информации по анализируемому объекту и его аналогам.

Этап 3. Аналитический.

Здесь производится анализ функций и затрат на их осуществление.
(Этапы 2 и этап 3 могут быть объединены).

Этап 4. Творческий.

Осуществляется разработка предложений по совершенствованию объектов анализа, альтернативных вариантов выполнения требуемых функций.

Этап 5. Исследовательский.

На данном этапе производится оценка предложенных вариантов, проверка возможности и целесообразности их осуществления.

Этап 6. Рекомендательный.

Экспертиза вариантов признанных целесообразными. Выбор, защита и оформление в виде рекомендаций определенного варианта.

Этап 7. Внедрение.

Утверждение плана-графика внедрения рекомендаций и определение состава ответственных исполнителей.

Подробнее остановимся на экономической составляющей проведения ФСА технического объекта.

3. Определение и сравнение стоимости функций.

Стоимость функций понимается в широком смысле, т. е. имеются в виду любые затраты, связанные с реализацией функций.

Поскольку определение и сравнение стоимости функций проводится для выявления излишних затрат, то укажем, следующие основные причины возникновения (источники) излишних затрат:

- Конструкторы в первую очередь стремятся получить требуемые эксплуатационные показатели. При этом они не уделяют достаточного внимания экономическим показателям или у них нет полной информации о стоимости некоторых материалов, способов обработки и т. д. Это часто приводит к изготовлению многих деталей из неоправданно дорогих или дефицитных материалов, с использованием не самых дешевых технологий.
- Иногда конструкторы слабо знают условия эксплуатации и изготовления ТО. В связи с этим к некоторым показателям ТО они предъявляют для перестраховки неоправданно высокие требования, что приводит к излишним затратам.
- В ряде случаев из-за чрезмерной загруженности конструкторы принимают на начальных стадиях проектирования временные, недостаточно обоснованные и отработанные технические решения, которые затем переходят в документацию на серийное производство.
- Стремление к достижению высокого уровня унификации часто превращается в самоцель. При этом не учитываются объем выпускаемой продукции и экономическая целесообразность унификации.

Существуют два способа оценки стоимости функций.

Первый — метод прямого расчета затрат на основании стоимости материалов, операций технологического процесса и т. д. Несмотря на высокую точность этого метода часто не удастся (в связи с большой трудоемкостью сбора информации или отсутствием таковой) расчетным путем определить стоимость функций для изучаемого и аналогичных ТО.

В связи с этим чаще используют менее трудоемкий и более универсальный **второй метод – метод экспертных сравнений** стоимостей функций для изучаемого и аналогичных изделий. При использовании этого метода для каждой функции заполняют форму (табл. 1), в которой по каждому показателю и для каждого варианта реализации функции устанавливается относительная шкала порядка, т. е. лучшему варианту присваивается стоимость 1 (единица), худшему — стоимость ***m***, равная числу сравниваемых вариантов. В табл. 5 приведен пример относительной оценки затрат для пяти вариантов реализации функции, где вариант 4 (патент 1) имеет наименьшие затраты.

Таблица 5

Сравнение затрат на реализацию **некоторой** функции

№ п/п	Варианты реализации функции	Показатели затрат			
		Расход материала, γ_1	Трудоемкость, γ_2	Энергозатраты, γ_3	Суммарная стоимость, $\Sigma\gamma_i$
1	Изучаемое изделие	3	3	1	7
2	Патент 1	1	2	2	5
3	Патент 2	2	1	3	6

Разумеется, набор показателей затрат в табл. 5 для разных функций будет различным. Самая предварительная оценка затрат, определяемая по табл. 5, равна сумме оценок:

$$C = \sum y_i.$$

При относительной оценке стоимостей функций важно выделить *минимальную стоимость* по табл. 4 (*Патент 1*) и *максимальную допустимую стоимость* (обычно соответствующую *изучаемому изделию*). Обе эти величины являются хорошими ориентирами при поиске улучшенных вариантов технического решения.

Работу по оценке стоимостей отдельных функций оформляют в виде *сводной ведомости стоимостей функций*, форма которой дана в табл. 6. Следует заметить, что функция может иметь несколько показателей оценки, при этом в табл. 6 приводят только основные показатели.

Заметки на полях

Проведенный опрос показал, что из содержания прослушанной лекции студенты запомнили только те моменты, которые не относились к теме лекции.

Таблица 6

Сводная ведомость стоимости функций

Описание функции	Наименование соответствующего элемента	Наименование показателей затрат (оценка стоимости функции)	Стоимость функции	
			Минимально возможная	Максимально допустимая (анализируемого ТО)
1. Φ_1	1. E_1	1.1. γ_1	1	3
		1.2. γ_2	1	2
		...	...	...
		1.i. γ_i	1	2
Суммарная стоимость функции Φ_1			$\sum \gamma_i \min$	$\sum \gamma_i$
2. Φ_2	2. E_2	2.1. β_1	1	1
		2.2. β_2	1	4
		...	...	...
		2.i. β_i	1	2
Суммарная стоимость функции Φ_2			$\sum \beta_i \min$	$\sum \beta_i$
...	...	...	...	...
Общие затраты на изделие по всем функциям				$C_{изд}$

Оценка функций и установление стоимостных ориентиров в виде *минимально возможной* и *максимально допустимой стоимости* функций делают процесс снижения затрат *целенаправленным*.

Изложенная методика сравнительной оценки функций элементов и изделий в целом представляется довольно трудоемкой. Устранение этого недостатка возможно при создании специальных каталогов или банков данных, где конструктор мог бы быстро находить готовые оценки затрат на реализацию интересующей функции.

4. Выявление в техническом объекте функциональных зон наибольшего сосредоточения затрат

При выявлении функциональных зон наибольшего сосредоточения затрат в ТО можно использовать несколько подходов.

1). Определяют *долю излишних и недостающих затрат*

$$R_i = Q_i * P_i \quad (1)$$

где

Q_i – относительные затраты на выполнение конкретной функции i -м элементом анализируемого ТО (определяется по табл. 5 и табл. 6 по формуле:

$$Q_i = \sum \gamma_i / C_{изд}, \quad (2)$$

здесь $\sum \gamma_i$ – затраты на выполнение конкретной функции i -м элементом анализируемого ТО, а $C_{изд}$ – общие затраты на изделие по всем функциям;

P_i – относительный срок службы i -го элемента, реализующего свою функцию, по сравнению с нормативным сроком эксплуатации ТО (*ресурс функции*).

Относительно этого срока вычисляют повышенный (со знаком «+») или пониженный

(со знаком «–») ресурс

$$P_i = (D_i - D_n) / D_n . \quad (3)$$

Здесь D_i – срок службы i -го элемента (детали, узла, и т.п.); D_n – нормативный (фактический) срок службы ТО.

Номинальный срок службы ТО D_n целесообразно принять, равным $D_n = 1$, и относительно него назначить сроки службы всех элементов E_0 , E_1 и т.д., выполняющих соответственно функции Φ_0 , Φ_1 и т.д. Результаты проведенных расчетов желательно представить в табличном виде (см. табл. 7).

Таблица 7

Доли излишних и недостающих затрат (условный пример)

Обозначение функции	Срок службы D_i элемента E_i	Ресурс функции повышенный (+), пониженный (–) P_i , %	Относительные затраты на выполнение функции Q_i , %	Доля излишних (+) и недостающих (–) затрат R_i , %
Φ_0				
Φ_1				
Φ_2				
Φ_3				
...	...	...	...	...

Наибольшие положительные значения R_i соответствуют зонам наибольшего сосредоточения затрат.

Если повышение ресурса ТО в целом является актуальной задачей, то следует рассматривать наибольшие отрицательные значения R_i повышения ресурса i -го элемента.

2). Определяют **наибольшие относительные разности**

С помощью табл. 6 составляют таблицу наибольших относительных разностей между существующей (в рассматриваемом ТО) и минимально возможной стоимостью функций, форма которой дана в табл. 8, где относительная разность определяется между существующей $\sum y_i$ и минимально возможной стоимостями $\sum y_{i \min}$ по отношению к существующей:

$$\Delta_{\text{отн}} = (\sum y_i - \sum y_{i \min}) * 100 / \sum y_i . \quad (4)$$

В этой таблице функции упорядочивают по уменьшению разностей до (5 – 10)%. Зоны наибольшего сосредоточения излишних затрат соответствуют наибольшим разностям стоимостей функций.

3). Проводят АВС-анализ.

Для выявления зон наибольшего сосредоточения затрат используют АВС - анализ, который предполагает разбивку узлов и деталей любого изделия на три группы:

- группа **А** – дорогостоящие элементы (детали, узлы);
- группа **В** – элементы средней стоимости;
- группа **С** – элементы низкой стоимости.

Таблица 8

Таблица наибольших разностей стоимости функций		
Описание функции	Наименование соответствующего элемента	Относительная разность стоимостей
1. ...	...	...
2. ...		
.....		

Таблица 9

Классификация зон сосредоточения затрат		
Группа элементов	Доля от общего числа элементов, %	Доля от общей стоимости изделия, %
A	5	75
B	20	20
C	75	5

Статистические исследования показывают, что в большинстве случаев между числом деталей в этих группах и их суммарной себестоимостью сохраняется более или менее постоянное соотношение (табл. 9).

Комплексные способы выявления в техническом объекте функциональных зон наибольшего сосредоточения затрат

- 1) Для выявления зон наибольшего сосредоточения затрат используют данные расчетов по формуле (1) и данные таблицы (табл. 8) наибольших разностей стоимости функций, на основе которых составляют список функций с наибольшими затратами. В этот список включают функции (элементы), которые одновременно имеют наибольшие значения в таблице наибольших разностей стоимости функций (табл. 8)

и наибольшие положительные значения R_i . Кроме того, выделяют функции с наибольшими отрицательными значениями R_i , для реализации которых необходимы другие (более долговечные и надежные) ТР или дополнительные затраты.

- 2) Другой способ выявления зон наибольшего сосредоточения затрат состоит в том, что на основании табл. 8 и табл. 9 составляют два списка таких зон: первый (главный) список включает функции (элементы), которые одновременно вошли в табл. 8 и группу элементов **A** в табл. 9, второй (дополнительный) список включает функции элементов, которые одновременно вошли в табл. 8 и группу элементов **B** в табл. 9.
- 3) Существует еще один подход выявления зон наибольшего сосредоточения затрат. В соответствии с изложенной выше классификацией функций затраты обычно имеют следующее нормативное распределение:

основные функции	20 – 30 %;
вспомогательные функции	40 – 50 %;
ненужные функции	5 – 10 %.

При оценке функций нередко обнаруживается, что на осуществление вспомогательных функций приходится чрезмерно большая доля затрат (60 – 70 %), т.е. здесь заложены основные резервы снижения себестоимости.

Следует оговориться, что распределение затрат в соответствии с классификацией функций в значительной степени зависит от специфики ТО.

Пример выполнения ФСА ТО приведён в приложении (Приложение Д).

5. Постановка задач поиска более рациональных и оптимальных конструкторско-технологических решений с позиции ФСА.

В результате проведения информационно-аналитического этапа ФСА получаем

следующую документацию:

- таблицу анализа функций ТО и конструктивную функциональную структуру ТО;
- перечень главных, основных, вспомогательных и ненужных функций;
- список критериев развития, основных показателей и требований, предъявляемых к улучшаемому ТО;
- сводную таблицу стоимостей функций;
- список и характеристику зон наибольшего сосредоточения затрат;
- постановку конструкторских задач по устранению элементов с ненужными функциями;
- постановку конструкторских задач по удешевлению функций, содержащих излишние затраты;
- список неясных вопросов, возникших при сборе, систематизации и анализе информации, для последующего обсуждения со специалистами;
- перечень и описание возникших идей по улучшению ТО.

При выполнении информационно-аналитического этапа можно отметить следующие характерные ошибки:

- слабое привлечение знаний и опыта других специалистов из-за ложной боязни потерять свой авторитет или из-за нежелания, а иногда и неумения, наладить с ними деловые контакты;
- получение слишком скудного или чрезмерно большого объема информации об исследуемом объекте, на что затрачивается слишком много времени и ресурсов; поэтому следует ограничиваться оптимальным объемом информации, определяемым конкретными целями анализа и временем, оговоренном в плане работы;
- пренебрежение известными правилами делопроизводства, вся собранная и

обработанная информация должна систематизироваться и надежно храниться для повторного использования.

Весьма характерной ошибкой является отвлечение на одну из первых идей, возникших в процессе сбора и анализа информации. Идея может показаться интересной, перспективной. Появляется желание заняться ее разработкой и, по существу, прекратить дальнейший сбор и анализ информации. От таких соблазнов следует уходить, не изменяя главным принципам системного анализа.

Литература

10. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб.пособие для студентов втузов. М.: Машиностроение, 1988, 368 с.: ил.
11. Вульфсон С.И. Уроки профессионального творчества: Учеб. пособие для студ. сред. спец. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 1999. 160 с.

Заметки не полях

Ставлю Вам завышенную отметку – «неуд».

ТЕМА 8: ПРОВЕДЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (ФЭкоЛА) ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Вопросы:

1. Системный подход к решению технических задач.
2. Уравнение экологического баланса. Ресурсосберегающее конструирование технических систем.
3. Экологические критерии оценки технического объекта (ТО).
4. Алгоритм проведения ФЭкоЛА ТО.
5. Оценка экологических вариантов ТО

1. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Мы уже отмечали (см. тему № 6), что системный подход при разработке технических объектов предусматривает выявление *всех* элементов, включенных в сферу его жизнеобеспечения, и в первую очередь, внешней среды.

Тогда мы рассматривали ТО как изделие, реализующее лишь определенную потребность человека в главной его функции, не учитывая целый ряд функций ТО, проявляющихся в стадиях производства, эксплуатации, а также последствия его воздействия на окружающую среду после завершения им полного цикла эксплуатации.

Это не учитывалось ни при структурно-функциональном, ни при функционально-стоимостном анализе.

В то же время, целостность технической системы (технического объекта), ее взаимодействие с внешней средой на этапах производства, эксплуатации и последующей утилизации, определяется выявлением возможно более полной картины связей с ней. Учет этих связей позволяет более точно спрогнозировать работоспособность и перспективность разрабатываемой технической системы.

Рассматривая техническую систему (рис.9) как фрагмент внешней среды (надсистемы, например природы Земли), можно прийти к выводу, что технические объекты, разработанные без учета особенностей их взаимосвязи, как между собой, так и каждого из них с надсистемой, нарушают экологию надсистемы. Это можно проследить по функциональному составу разрабатываемой технической системы (рис.9).



Рис. 9. Функциональный состав разрабатываемой технической системы

Опасность этого нарушения заключается в том, что для создания технического объекта потребляются (обычно чрезмерно) далеко не безграничные ресурсы внешней среды (с непременным выделением отходов производства). Кроме того, любое нарушение работоспособности технического объекта на стадии эксплуатации также требует привлечения внешних ресурсов с аналогичными результатами. А образующиеся при этом отходы, если на них не обращать внимания, приведут к экологической катастрофе. История развития техники учит, что при необдуманных действиях человека отходы от производства, эксплуатации и утилизации созданных им технических систем часто ведут к невозполнимым экологическим нарушениям внешней среды (рис.10), а это, в конечном итоге, ведет к гибели его самого.

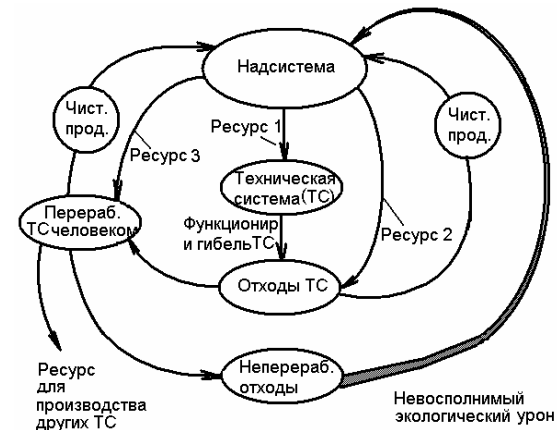


Рис. 10. Схема функционально-экологических связей технической системы (ТС) с внешней средой.

2. УРАВНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БАЛАНСА. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Уравнение экологического баланса ресурсов и отходов за весь цикл существования технического объекта может быть представлено в известном виде:

$$\text{«Ресурсы»} = \text{«Отходы»}.$$

Или в развернутом виде:

$$\begin{aligned} &\text{«Ресурсы проектирования»} + \text{«Ресурсы производства»} + \text{«Ресурсы эксплуатации»} + \\ &\text{«Ресурсы утилизации»} + \text{«Излишние ресурсы»} = \\ &= \text{«Отходы-вторичные ресурсы»} + \text{«Перерабатываемые отходы»} + \\ &\text{«Неперерабатываемые отходы»}. \end{aligned}$$

Здесь

Ресурсы проектирования включают в себя материальные, информационные (затраты на получение требуемой информации) и энергетические ресурсы, необходимые для разработки конструкции технического объекта, в том числе, предпроектные исследования, затраты на разработку идеи, патентование, приобретение лицензий, конструирование, отработку на технологичность, опытные испытания и доработку образца техники.

Ресурсы производства включают все материальные, информационные (затраты на получение требуемой информации) и энергетические ресурсы, необходимые для производства технического объекта. Определяются в первую очередь конструктивным решением технического объекта и выбором технологии его изготовления.

Ресурсы эксплуатации включают материальные, информационные и энергетические ресурсы, необходимые для правильной эксплуатации технического объекта.

Ресурсы утилизации включают те ресурсы, которые совместно используют природа и человек для утилизации неиспользуемых отходов производства и эксплуатации технического объекта в вид, приемлемый для природы и человека.

Излишние ресурсы – это ресурсы, добытые и использованные человеком для производства и обеспечения функционирования технического объекта за весь цикл существования технического объекта сверх необходимой нормы.

Отходы-вторичные ресурсы – это ресурсы, являющиеся отходами производства и эксплуатации утилизируемого (исчерпавшего нормативный срок эксплуатации) технического объекта, и которые человек использует в качестве ресурсов при производстве и эксплуатации других технических объектов.

Перерабатываемые отходы – это отходы производства и эксплуатации утилизируемого технического объекта, которые перерабатываются природой и человеком в приемлемые для природы и человека сроки.

Неперерабатываемые отходы – это отходы производства и эксплуатации утилизируемого технического объекта, которые не могут быть переработаны природой и человеком в приемлемые для природы и человека сроки.

Численное уменьшение левой части уравнения является первоочередной задачей конструктора, так как общее снижение потребных ресурсов является наиболее эффективным путем снижения общих затрат на технический объект, сокращения цикла его производства. Эффективному решению этой задачи может способствовать максимальное *использование отходов* производства, эксплуатации и утилизации других, в том числе параллельно производимых технических объектов *в качестве* материальных, энергетических и других *ресурсов* (рис. 11). Способствовать этому может и использование обобщенных информационных баз данных. Следуя этому, можно, в частности, рекомендовать

конструктору на стадии выбора конструктивного решения технического объекта и вида заготовок его деталей использовать отходы производства других технических объектов, а также отдельные элементы объектов, исчерпавших свой нормативный срок эксплуатации, но еще пригодных для использования в разрабатываемом объекте.

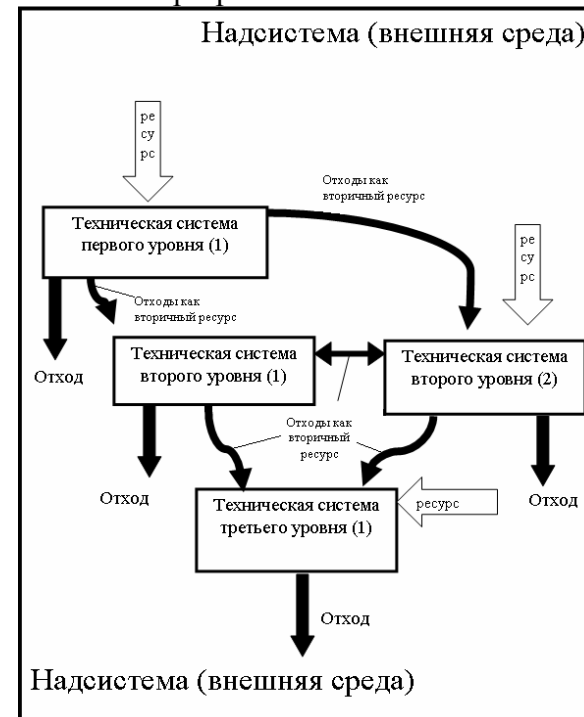


Рис.11. Схема ресурсосберегающего конструирования технической системы.

Вторым этапом конструкторской проработки технического объекта является перераспределение долей правой части уравнения. Здесь важным является увеличение доли **отходов-вторичных ресурсов** и сокращение до минимума доли **неперерабатываемых отходов** (последняя в идеальном случае должна быть равна нулю). Это важное требование, которое конструктор должен учитывать уже на начальной стадии разработки технического объекта, *и должно быть отражено в техническом задании на изделие*. Конструктор обязан предусмотреть, где после окончания срока эксплуатации могут найти применение отходы производства и эксплуатации разрабатываемого им объекта. И чем раньше и глубже конструктор продумает этот вопрос, тем большая доля отходов может быть полезно использована человеком и тем меньше невосполнимый урон природе он ей нанесет.

3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА (ТО)

В соответствие с изложенным выше критерием экологической проработки ТО может являться *коэффициент вторичного ресурса ($P_{вт}$)*:

$$P_{вт} = Q_{отход} / Q_{ресурс},$$

где $Q_{отход}$ – отходы производства и эксплуатации технических систем любых уровней, используемых в качестве ресурсов разрабатываемого ТО;

$Q_{ресурс}$ – общий объем необходимых ресурсов, в том числе, ресурсов надсистемы.

Значение $P_{вт}$ также находится в пределах $0 < P_{вт} < 1$. Аналогично следует стремиться к максимальному значению этого показателя.

В качестве экологического критерия оценки разработанного технического объекта можно также принять **коэффициент используемых отходов** его производства и эксплуатации $K_{\text{исп}}$:

$$K_{\text{исп}} = \Omega_{\text{исп}} / \Omega_{\text{общ}},$$

где $\Omega_{\text{общ}}$ – общий объем отходов;

$\Omega_{\text{исп}}$ – используемый объем отходов.

При оценке ТО по этому критерию следует учитывать как стадию производства, так и стадию эксплуатации ТО за нормативный срок его службы.

Под общим объемом отходов понимается общее количество отходов, вырабатываемых при производстве и эксплуатации единицы изделия (ТО).

Под используемым объемом отходов понимается совокупность вторичных ресурсов, которые нашли применение в производстве и эксплуатации технических объектов других уровней.

Целесообразно разрабатываемый ТО понимать как техническую систему второго уровня (рис.11). В этом случае должны быть выявлены вторичные ресурсы, являющиеся результатом производства и эксплуатации систем, как более высокого уровня, так и одного уровня с разрабатываемым ТО. При более глубокой проработке конструкции ТО может быть предусмотрено использование отходов производства и эксплуатации технических систем и нижестоящих уровней.

В общем случае коэффициент использования отходов $K_{\text{исп}}$ может принимать значения в пределах $0 < K_{\text{исп}} < 1$. Чем ближе его значение приближается к единице, тем лучше проработана конструкция ТО, тем меньше невосполнимый урон экологии надсистемы.

Важным показателем может также служить **коэффициент переработки неиспользуемых отходов** $Y_{\text{пер}}$:

$$Y_{\text{пер}} = (\Omega_{\text{прир}} + \Omega_{\text{чел}}) / \Omega_{\text{неисп}},$$

где $\Omega_{\text{неисп}}$ – неиспользуемые отходы;

$\Omega_{\text{прир}}$ – отходы, которые природа перерабатывает самостоятельно в приемлемый временной интервал;

$\Omega_{\text{чел}}$ – неиспользуемые отходы, которые перерабатывает человек, помогая природе.

Введение этого показателя позволяет оценить уровень невосполнимого экологического урона природной среде (надсистеме), т.е. долю $Y_{\text{нэу}}$ отходов, которые ни природа, ни человек не в состоянии переработать в приемлемый промежуток времени ($Y_{\text{нэу}} = 1 - Y_{\text{пер}}$).

Значение $Y_{\text{пер}}$ также находится в пределах $0 < Y_{\text{пер}} < 1$. Следует стремиться к максимальному значению этого показателя.

Решение технических задач связано с экологическим анализом технической системы (объекта), который, как указано выше, заключается в оценке уровня безотходности на этапах, как производства, так и эксплуатации, и должен проводиться уже при конструировании ТО.

4. АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕНИЯ ФЭКОЛА ТО

1. Выявление функционального состава разрабатываемого ТО с учетом стадий его производства и эксплуатации.

Функции производства: Разработка технической документации; выбор заготовок, инструмента, оснастки, оборудования; изготовление деталей, запасных частей; сборка и отладка ТО (ресурсообеспечение; производство; утилизация отходов производства).

Функции эксплуатации: Нормативное использование ТО по главным, основным и вспомогательным функциям элементов ТО; выявление причин отказов ТО; ремонт (нормативная эксплуатация; утилизация отходов эксплуатации).

Функции утилизации: Разработка системы переработки материальных отходов вышедшего из строя ТО, получение ресурсов для переработки, переработка отходов в вид приемлемый для внешней среды, переработка отходов в ресурс для последующего производства других ТО, захоронение непереработанных отходов.

2. Построение схемы функционально-экологических связей разрабатываемого ТО с внешней средой с выявлением необходимых внешних ресурсов и отходов производства и эксплуатации.
3. Разработка схемы ресурсосберегающего конструирования ТО с учетом прогнозирования вариантов использования вторичных ресурсов имеющихся технических систем и отходов разрабатываемого ТО.
4. Проведение предварительной оценки разрабатываемого ТО по критериям: использования отходов его производства и эксплуатации $K_{исп}$, вторичного ресурса $P_{вт}$ и переработки неиспользованных отходов $Y_{пер}$.
5. Разработка предложений по предотвращению невосполнимого экологического урона окружающей среде при производстве, эксплуатации и утилизации ТО.

Заметки на полях

Человек – существо, создающее себе и природе глобальные проблемы.

5. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ВАРИАНТОВ ТО

Сравнение вариантов реализации функции Φ_i по критериям использования вторичного ресурса $P_{\text{вт}}$, использования отходов его производства и эксплуатации $K_{\text{исп}}$ и переработки неиспользованных отходов $Y_{\text{пер}}$ (табл.10).

Таблица 10

Критериальная оценка экологических вариантов ТО

№ п/ п	Описание функции ТО	Вариант заготовки	Вторичные ресурсы Р _{вт} =					Используемые К _{исп} = отходы				Переработка неиспользуемых отходов, Y _{пер}			Обобщенный показатель, Σα _i + Σβ _к + Σγ _j
			Ресурсы					Отходы							
			материал		энергия	...	Сумма	материал		энергия	Сумма	Самораспад	Деятельность человека	Сумма	
			m ₁	m ₂				m ₁	m ₂						
			α ₁	α ₂	α ₃	...	Σα _i	β ₁	β ₂	β ₃	Σβ _к	γ ₁	γ ₂	Σγ _j	
1	Φ ₀	1													
		2													
...	...	...													
2	Φ ₁	1													
		2													
...	...	...													

Рассчитав обобщенный показатель $\Sigma\alpha_i + \Sigma\beta_k + \Sigma\gamma_j$ для каждой функции ТО по каждому варианту заготовки, заполняют сводную ведомость (табл. 111), в которую в столбец «Показатель оценки функции» заносят максимальные их значения из выбранных вариантов заготовок и сопоставляют их с предельным значением, равным величине $(i + k + j)$.

Таблица 11

Сводная ведомость по функциям ТО

Описание функции	Наименование соответствующего элемента	Показатель оценки функции	
		максимальный ($\Sigma\alpha_i + \Sigma\beta_k + \Sigma\gamma_j$) _{max}	предельный
Φ_0	E_0	($\Sigma\alpha_0 + \Sigma\beta_0 + \Sigma\gamma_0$) _{max}	$i + k + j$
Φ_1	E_1	($\Sigma\alpha_1 + \Sigma\beta_1 + \Sigma\gamma_1$) _{max}	$i + k + j$
...	...	...	...

На основании сводной ведомости формируется таблица экологического анализа (табл.12). В ней размещают функции ТО в порядке убывания относительных значений обобщенного показателя экологического анализа $(\mathcal{O}_{отн})_i$:

$$(\mathcal{O}_{отн})_i = [(i + k + j) - (\Sigma\alpha_i + \Sigma\beta_k + \Sigma\gamma_j)_{max}] * 100 / (i + k + j).$$

Предпочтительным следует считать вариант ТО с минимальным обобщенным показателем. Предельная его сумма может достигать значения, равного 0.

Таблица 12

Экологический анализ функций ТО

Описание функции	Наименование соответствующего элемента	Относительные значения обобщенного показателя экологического анализа, %
Φ_0	E_0	$(\Xi_{\text{отн}})_0$
Φ_1	E_1	$(\Xi_{\text{отн}})_1$
...	...	...

По результатам таблицы 12 разрабатывают предложения по усовершенствованию ТО с позиций экологии. Наибольшее внимание следует уделить функциям с максимальными значениями относительного обобщенного показателя экологического анализа $(\Xi_{\text{отн}})_i$.

Обратить внимание на использование в ТО материалов, встречающиеся в природе в стабильной форме, готовых к непосредственному применению и не требующих дальнейшей переработки, подгонки. Примеры: глина, песок, древесина...

Пример выполнения ФЭкола ТО приведён в приложении (Приложение Е).

Литература

12. Галашев В.А. Системный подход к решению технических задач. Технологическое образование: теория, методология, практика: Сб.науч.ст./Под ред. В.П. Овечкина. Ижевск, 2003. 135 с. (с. 65 – 71).
13. Галашев В.А. Экосистемный подход к конструированию объектов предметной среды. Парадигмы образования: материалы международной научно-практической конференции 25-27 апреля 2006 г. / Под ред. А.А. Баранова, В.Ю. Хотинец. Ижевск, 2006. 295 с. (с.231–235).

Заметки на полях

По мотивам Дюма-сына: учебно-методическое пособие имеет будущее – его перечитывают.

ТЕМА 9: ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭРГОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (ФЭргА)

Вопросы:

1. Эргономические показатели качества технического объекта.
2. Порядок проведения ФЭргА разработанного технического объекта.

1. Эргономические показатели качества технического объекта

Из всех показателей качества проектируемого изделия на этапе конструирования решающее значение имеют отработки на технологичность, обеспечение надежности, выполнение эргономических требований и эстетическое оформление. Остановимся на эргономических показателях несколько подробнее.

Эргономические показатели качества характеризуют систему человек — машина. Эргономика как наука занимается комплексным изучением трудовой деятельности оператора. Она использует знания таких научных дисциплин, как физиология, гигиена и охрана труда, системология, техническая эстетика, промышленная социология, социальная психология и др. Необходимость учета эргономических показателей вызывается тем, что эффективность работы машины весьма существенно зависит от условий, в которых находится оператор.

Можно выделить следующие эргономические показатели качества ТО:

1. Характеристики ТО не должны превышать физиологические возможности человека (силовые и скоростные).
2. Характеристики ТО не должны превышать психофизиологические возможности человека (слух, зрение).
3. Характеристики ТО должны учитывать антропометрические особенности человека (компоновка рабочего места должна обеспечивать удобство при работе, возможность смены рабочего положения – сидя-стоя).
4. Характеристики ТО должны соответствовать гигиеническим требованиям и условиям жизнедеятельности и работоспособности человека (обеспечение вентиляции, температурным требованиям, требованиям по освещенности, влажности, шуму...).

Работа, затрачиваемая оператором на управление ТО, не должна превышать некоторые нормативные значения, зависящие от класса машин. Необходимо стремиться к уменьшению количества рычагов и педалей управления, к снижению потребного усилия и хода. На рис.12 показаны зоны досягаемости органов управления в горизонтальной плоскости: А — зона максимальной досягаемости, В, С, D — зоны легкой досягаемости. Зоны досягаемости в вертикальной плоскости представлены на рис.13.

Заметки на полях

Из речи умного человека в памяти остаются его глупые высказывания.

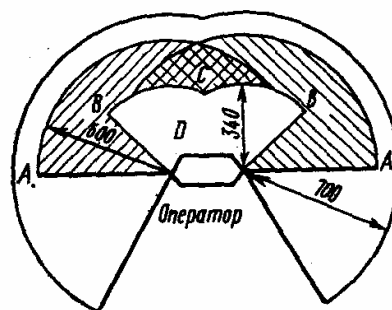


Рис.12. Зоны досягаемости органов управления в горизонтальной плоскости

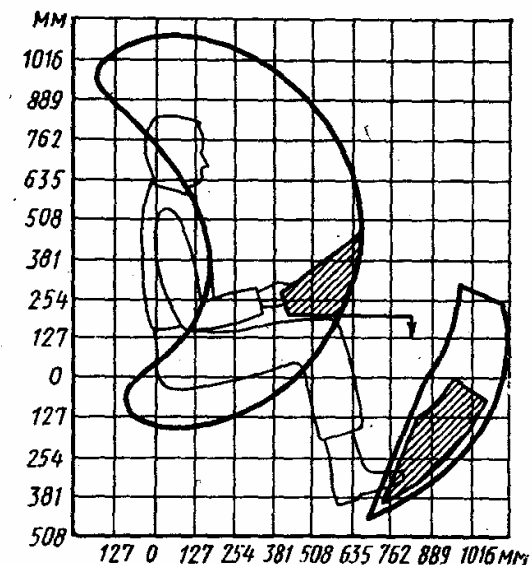


Рис.13. Зона досягаемости органов управления в вертикальной плоскости

Наиболее часто используемые органы управления должны размещаться в зоне легкой досягаемости. Направление перемещения рычагов рекомендуется согласовывать с направлением перемещения объектов управления. Так, например, движение рычагов вправо целесообразно связывать с увеличением тех или иных показателей, влево — с уменьшением.

Существенное значение для удобства управления машиной имеет кресло оператора, которое на современном техническом уровне представляет собой довольно сложную конструкцию, обеспечивающую виброзащиту, регулировку по высоте и по жесткости в зависимости от размеров оператора.

В своей практической работе над конструированием рабочего места оператора конструкторы используют ряд приемов:

1. Изображение различных положений оператора в кабине средствами технического черчения.
2. Использование плоских шарнирных манекенов.
3. Проецирование на чертеж кабины проекционным аппаратом изображений оператора в различных рабочих положениях.
4. Объемное макетирование.

При конструировании пульта управления весьма важно позаботиться о необходимом количестве и относительном размещении средств отображения (индикаторов). Здесь нужно руководствоваться следующими основными принципами:

- индикаторов должно быть ровно столько, сколько необходимо для принятия решения в конкретных ситуациях использования машины;
- точность отображения информации должна выбираться в зависимости от точности работы машины;
- отображение информации должно обладать достаточной наглядностью;
- в необходимых случаях отображение должно не только сообщать о состоянии объекта управления, но и указывать возможные пути решения оперативных задач.

Индикаторы необходимо размещать в зоне наиболее удобной для зрительного восприятия.

Немаловажным для удобства управления оказывается обзорность.

Наблюдение за перемещением рабочего органа оказывается основным источником информации. Различают обзорность в горизонтальной и вертикальной плоскостях,

2. Порядок проведения ФЭргА разработанного технического объекта

От степени взаимного соответствия эргономических показателей конструируемого технического объекта, окружающей среды и возможностей человека, использующего ТО, во многом зависит успешность его профессиональной деятельности и удовлетворенность трудом, психическое состояние человека.

На II Конгрессе по эргономике (1964 г.) была принята «Эргономическая контрольная карта», представляющая собой наиболее общую схему описания рабочей среды, практически подходящую для любой ситуации (Приложение Ж).

Эргономическая карта служит для систематизации и анализа различных факторов, влияющих на трудовой процесс и производительность труда, а также реакции организма работника на степень рабочей нагрузки. Карта содержит общие (с индексом А) и частные (с индексом Б) вопросы, которые имеют значение при анализе некоторых специфических видов работ, выполняемых с использованием разработанного ТО. Поэтому отдельные вопросы, несущественные при выполнении конкретных видов работ, могут быть пропущены при анализе. На последние следует отвечать только в тех случаях, когда в этом возникнет необходимость после ответа на вопросы группы А.

С помощью эргономической карты можно дать первоначальную общую экспертную эргономическую оценку ТО, уровень его соответствия аналогам и прототипу (табл. 13).

При этом эффективность эргономической проработки ТО можно оценить коэффициентом относительной эргономичности $K_{\text{эрг}}$

$$K_{\text{эрг}} = \sum \text{ТО} / \sum \text{max},$$

где

$\sum \text{ТО}$ – сумма экспертных оценок анализируемого ТО;

$\sum \text{max}$ – максимальная сумма экспертных оценок известного объекта

Таблица 13

Эргономическая оценка ТО^{*1}

№	Формулировка вопроса (эргономическая функция)	Аналог	Прототип	Исследуемый ТО
1	Физическая нагрузка:			
	A_i (расположение инструментов, предметов обработки обеспечивает удобное положение человека при работе?)	1	2	3
	...	...	...	...
2	Психологическая нагрузка			

	A_k (резкое различие яркости и контраста между объектом и фоном?)	2	1	3
	...	...	...	...
3	Методы работы			
	A_l (методы работы не связаны с большими физическими нагрузками?)	2	3	1
	...	...	...	...
4	Окружающая среда			
	A_m (работы протекают в условиях теплового комфорта?)	2	3	1
	...	...	...	...
5	Организация труда			
	A_n (предполагаемый темп работ является обязательным?)	1	3	2
	...	...	...	...
	ИТОГО:		...	...

*1 – Большой балл присваивается лучшему образцу

Пример выполнения ФЭргА ТО приведён в приложении (Приложение 3).

Литература

1. Эргономическая контрольная карта. Материалы II Международного конгресса по эргономике (1964 г.)
2. Орефков В. В. Сборник таблиц и иллюстраций по курсу "Эргономика": Учебное пособие. Ижевск: Изд-во Удмуртского госуниверситета, 1991. 34 с.
3. Орефков В. В. Методика эргономической экспертизы рабочих мест. Ижевск: Изд-во Удмуртского госуниверситета, 1994. 20 с.
4. Орефков В. В. Методика эргономической экспертизы рабочих мест. Ижевск: Изд-во Удмуртского госуниверситета, 1994. 20 с.

Заметки на полях

Формы покаты – в форме пока ты.

ТЕМА 10: ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Вопросы:

1. Техническая эстетика.
2. Этапы эстетического анализа.
3. Оценка эстетических показателей качества ТО.

1. Техническая эстетика

Техническая эстетика - это наука о красоте в технической сфере, о гармоничной организации форм в технике, ее материализованной функциональности. Эстетическое начало в изделии, процессе, среде - это важная составляющая функции. Техническая эстетика изучает содержание понятий совершенного и прекрасного в технике, закономерности, объективности и субъективности оценки степени совершенства того или иного объекта.

Основной инструмент технической эстетики – композиционное решение, композиция, т.е. воплощение, проявление, реализация, состояние высокоорганизованной формы и ее анализ. На композиционное решение существенное влияние оказывает господствующая мода. Именно она часто является главным фактором, который определяет форму в технике. Здесь композиция рассматривается применительно к промышленным изделиям. Тем не менее принципы построения композиции, обеспечивающие ее гармоничность, степень совершенства – одни и те же в литературе, музыке, архитектуре,

изобразительном и прикладном искусстве. Поэтому композиция – это видимое проявление конструктивного решения изделия как гармоничной целостности.

Композиция оценивается:

- функциональными показателями;
- эстетическими свойствами;
- средствами композиции.

К функциональным показателям относят тектонику и объемно-пространственную структуру.

Под тектоникой понимается видимое воплощение работы конструкции в ее форме и в технологии конструкционного материала. Тектоника отражает внутренние связи и свойства объекта, функцию его элементов.

Объемно-пространственная структура выявляет взаимодействие всех элементов формы между собой и с пространством. Форма взаимосвязана с пространством, причем структура ее характеризуется двумя составляющими - объемом и пространством. Объемно-пространственная структура отражает распределение материала в объеме и его связи с внешним пространством.

Объемно-пространственная структура и тектоника связаны между собой. Нарушение тектоники, ложное отражение работы конструкции ведет к разрушению органичности внешних связей. Также и нарушение внешних связей нарушает тектонику. В том и в другом случае изделие оказывается далеким от совершенства.

Эстетические свойства композиции довольно многочисленны. К ним относятся:

- наличие композиционного центра;
- гармоничная целостность,
- повторение целого в его частях;
- стилистическое единство;
- образность формы;
- соразмерность, пропорциональность;
- композиционное равновесие частей и целого относительно пространственных осей ;
- статичность;
- динамичность;
- симметричность;
- масштабность;
- асимметрия.

В зависимости от роли, которую те или иные свойства играют в композиции, от выбранного композиционного приема, их чисто условно, каждый раз по разному, разделить на главные и второстепенные.

Все свойства композиции взаимосвязаны, органически связаны, каждое из них оказывает влияние на остальные. Эта взаимосвязь подчинена определенным закономерностям, которые в конкретных случаях могут быть различными. Поэтому готовых стандартных рецептов эстетического решения промышленного изделия ожидать не приходится.

К средствам композиции относятся :

- определяющий композиционный приём ;
- пропорции и масштаб ;
- контраст и нюанс ;
- метр и ритм ;
- тени и пластика.

Существует несколько способов эстетического анализа промышленных изделий.

2. Этапы эстетического анализа

Порядок проведения анализа эстетических достоинств изделий делится на следующие этапы:

1. Предварительное ознакомление с изделием.
2. Сбор информации об изделиях - аналогах, принципах их действия и форме.
3. Составление эталонного ряда изделий-аналогов с различными уровнями качества и эстетическими достоинствами.
4. Анализ утилитарных особенностей исследуемого изделия.
5. Анализ соответствия формы изделия его назначению, конструктивной основе, материалу, технологии производства.
6. Оценка композиции и стиля.
7. Оценка эстетического уровня изделий в сравнении с изделиями -

эталоны.

Процесс анализа подразделяется на две части:

- изучение изделий - аналогов в целях построения эталонного ряда - меры эстетического уровня;
- анализ исследуемого образца с целью его оценки.

Кратко осветим основные этапы анализа.

1. Предварительное ознакомление с изделием.

Цель предварительного ознакомления - получение основных сведений. Эти сведения необходимы как для правильного сбора информации об изделиях - аналогах, так и для подбора самих аналогов.

2. Сбор информации об изделиях-аналогах.

Анализ эстетических достоинств товаров лучше всего проводить одновременно по нескольким изделиям-аналогам, так как в сопоставлении особенно ярко раскрываются сильные и слабые стороны предмета. Как показывает опыт, полезно рассматривать не только высококачественные, но и несовершенные аналоги, так как появляется своеобразный «ряд» эталонов, в сопоставлении с которыми легче обнаружить недостатки в рассматриваемом изделии. Важным условием сравнительного анализа является близость изделий по характеру их использования и принципу конструкции. Например, проводя анализ электробритв, следует сравнивать бритвы с одной рабочей головкой и вращающимися на оси ножом, бритвы с двумя рабочими головками, бритвы со скользящей системой лезвий.

Сбор информации призван выявить все новейшие сведения о близких аналогах вновь создаваемого или уже выпускаемого изделия. При сопоставлении необходимо обращать внимание на характерные особенности формы аналогов. Это важно потому, что в международной практике *принято патентование формы* промышленного образца.

Форма патентуется лишь тогда, когда она оригинальна и рациональна. Если форма вещи неудобна и эстетически невыразительна, если она повторяет формы существующих аналогов, она не может быть запатентована.

Подбор информации должен быть целенаправлен. Чем ближе к рассматриваемому образцу по характеру использования и принципу конструкции окажутся подобные изделия, тем легче провести анализ и тем точнее будет оценка.

3. Составление эталонного ряда из изделий-аналогов с различными уровнями качества и эстетическими достоинствами.

Анализ даже относительно несложного изделия - трудоемкий процесс. Поэтому от правильного подбора образцов, их оценки и размещения в ряд по качественным признакам будут в значительной степени зависеть результаты анализа. При подыскании аналогов важно подбирать их по классам. Так, если речь идет о бытовом приборе высшего класса, то желательно найти аналоги того же класса. Сравнение сходных технических параметров, характеризующих тип изделия (мощность двигателя – для одних изделий, емкость – для других, волновой диапазон настройки – для третьих), позволяет уточнить качество рассматриваемой вещи.

Чтобы расставить изделия в ряд по их общественной ценности, необходимо руководствоваться критериями их полезности, удобства, целесообразности и др.

4. Анализ утилитарных особенностей исследуемого изделия.

Выводы об эстетической ценности будут тем объективнее, чем точнее мы разберемся в том, как функционирует данное изделие в процессе потребления его человеком. Удобство пользования вещь характеризуется степенью совершенства связей человек - предмет. Для изделий с несложной функцией анализ не представляет особых трудностей, но для более сложных

- телевизоров, магнитофонов, не говоря уже о таких, как мотоциклы или легковые автомобили, такой анализ потребует, безусловного, участия эргономиста и должен проводиться с рассмотрением этапов процесса потребления вещи. Нужно выявить затраты усилий, времени, энергии, материалов при эксплуатации изделия, чтобы оценить уровень его общественной ценности.

5. Анализ соответствия формы изделия его назначению, конструктивной основе, материалу, технологии производства.

Установив уровень общественной ценности изделия, можно переходить к следующему важному этапу – выявлению соответствия формы назначению вещи. Здесь недостаточно дать заключение – соответствует или не соответствует. Нужен доказательный разбор формы изделия и всех ее деталей.

Например, перед нами как будто хороший будильник, но, когда он начинает звонить, трудно сразу найти кнопку, чтобы прекратить звон. Если же кнопку приходится искать в темноте, то будильник должен быть к тому же устойчив.

Плохо, когда технически совершенную электробритву трудно очистить после бритья. Некоторые изделия могут оказаться даже опасными в потреблении, поэтому оценивать их форму без учета показателя безопасности тоже нельзя.

Существенна для оценки формы также роль конструкции и материала. Важно проследить логику развития формы, выявив органичность связей формы и конструкции. Форма, которая противоречит конструктивной основе, искажает суть конструкции, эстетически неполноценна. Необходимо разобраться и в том, насколько гармонично сочетаются друг с другом различные материалы. В связи с широким использованием для изготовления товаров новых материалов – различных полимеров, цветных пластиков и т.п. – значительно расширилась палитра художника. Но, как известно, количество хороших красок никогда не было гарантией высокого качества творения художника – просто этими красками нужно умело пользоваться. Задача проводящегося анализа заключается в том, чтобы доказательно подойти к выводам об использовании материалов.

б. Оценка композиции и стиля.

Композиция изделия в значительной мере обусловлена его функцией, материалом, технологией и конструкцией, поэтому к анализу композиции изделия можно подойти лишь после рассмотрения объективных условий образования формы.

Важнейшим критерием оценки композиции является ее целостность, гармоничность. Если детали не подчинены главному, если они по своему характеру не связаны между собой и в результате этого форма плохо воспринимается как единое целое, то изделие не может считаться эстетически совершенным. Поэтому анализ композиции следует начинать с оценки целостности формы. Вопрос этот весьма специфичен и требует профессионального понимания. Оценить целостность композиции может только специалист – художник-конструктор (дизайнер), обладающий необходимыми знаниями и опытом. Необходимо проанализировать и логику строения, и соразмерность элементов, и масштабность формы. Немасштабность предмета может быть относительно безобидной, когда нарушаются визуальные связи предмет – среда. Но немасштабность может привести и к более серьезным последствиям, если нарушаются связи человек – предмет. Например, органы управления небольших приборов подчас имеют слишком маленькие размеры. Они не учитывают антропометрических данных и неудобны в пользовании. Шкалы приборов плохо различимы.

Большое значение имеют пропорции. Чем лаконичнее форма и чем меньше в ней декоративных деталей, тем большее значение приобретает пропорциональное соответствие частей и целого. Нельзя обойти и другие композиционные особенности:

- ритмическое строение,
- нюансировку формы (изящество и тонкость деталей, и их отделки),
- контрастные сочетания цветов,
- выразительность фактуры.

Следует обратить внимание и на проявление оптико-геометрических иллюзий, искажающих форму.

Форма должна обладать способностью композиционно контактировать с окружающей предметной средой. Выявление связей предмет – среда особенно важно для изделий, которые играют значительную роль в жилом интерьере – мебели, холодильников, телевизоров, стиральных машин, кухонного оборудования. Здесь необходимо с пристрастием рассмотреть все, что связано с характером форм, их стилевой направленностью.

7. Оценка эстетического уровня анализируемых изделий в сравнении с изделиями-эталоны.

Получив представление об изделиях-аналогах, их утилитарной и эстетической ценности, с одной стороны, и проанализировав полезные свойства и композицию изделия, подвергающегося оценке, с другой стороны, можно с большей или меньшей точностью определить его место среди изделий эталонного ряда. Это место определяется как уровнем утилитарной ценности вещи, выявляемой анализом, так и результатами зрительной оценки, наглядным сопоставлением формы изделия с эталонными образцами. Если обе оценки – утилитарная и визуально-эстетическая – существенно расходятся (например, низкий утилитарный уровень и внешне эффектный вид), то, следовательно, форма изделия в какой-то мере ложна и результат оценки по эстетическим показателям качества не должен быть высок.

3. Оценка эстетических показателей качества

Под количественной оценкой эстетических свойств изделий понимается размещение изделий определенного вида и назначения в едином ценностном ряду по эстетическим признакам. Место, занимаемое изделием в этом ценностном ряду, и будет характеризовать уровень его эстетических достоинств, который при необходимости может быть оценен количественно - в баллах, процентах, т.е. в условных безразмерных единицах ценности.

Эстетические свойства товаров выступают непосредственным *объектом* эстетической экспертизы качества. Однако эти свойства обладают определенной двойственностью. С одной стороны, они рассматриваются при комплексном анализе качества в одном ряду с другими группами свойств. Такой анализ позволяет не только выявить эстетический уровень товаров, но и определить значимость эстетической функции в общей структуре качества изделия.

С другой стороны, эстетические свойства являются своеобразной обобщающей характеристикой качественного уровня продукции в целом: в них косвенно отражаются достоинства и недостатки изделия, выявляемые по другим группам свойств. В соответствии с этим эстетическая экспертиза тоже носит обобщающий характер. В ее результатах отражается уровень качества изделия. В них видны итоги работы конструкторов. По существу, такая экспертиза опосредованно позволяет установить, насколько удалось проектировщикам решить весь комплекс стоящих перед ними задач, а художнику-

конструктору выявить через форму общественно-культурную ценность вещи, используя набор профессиональных средств и комбинационных приемов.

Субъектом эстетической экспертизы выступает комиссия квалифицированных специалистов, имеющих теоретические знания и практический опыт оценки качества товаров. Особенностью такой экспертной комиссии является четкое разделение творческой, оценочной деятельности, выполняемой экспертами, и вспомогательных технических процедур оценки, осуществляемых специальной рабочей группой.

Задача экспертной группы - оценка эстетических показателей качества товаров, представленных в комиссию.

В качестве *критерия* эстетической оценки используется предварительно построенный экспертами эталонный ряд изделий отечественного и зарубежного производства. Он представляет собой ранжированный ряд изделий, соответствующих по своему эстетическому уровню четырем градациям оценки (лучшие, хорошие, удовлетворительные и

плохие), и включает изделия, являющиеся эталонами каждой из указанных групп. Например, эталоном по группе лучших изделий обычно выбирается лучшее из изделий аналогичного класса и назначения, отражающее современные идейно-эстетические представления, имеющее рациональное строение формы и целостное композиционное решение, выполненное на высоком производственном уровне.

Процедура составления эталонного ряда при определении эстетического уровня товаров позволяет существенно уменьшить разброс результатов экспертизы за счет

наглядного выявления и согласования критериев оценки. Она способствует однозначному использованию экспертами балльной шкалы, каждому значению которой соответствует реальный образец изделия. Эталонный ряд дает возможность экспертам наглядно представить ретроспективу изменения эстетического уровня данного вида продукции в течение последних лет, а также путем сравнительного анализа не только выявить недостатки формы оцениваемого товара, но и проиллюстрировать на конкретных примерах другие, более удачные способы решения. Составление эталонного ряда является в то же время своеобразной психологической установкой на последующую оценку, что способствует получению более объективных результатов.

При эстетической оценке используется условная безразмерная балльная шкала с интервалом от 0 до 4 баллов. Она соответствует структуре эталонного ряда и применяется как средство количественного выражения результатов экспертизы:

- 4 (отлично),
- 3 (хорошо),
- 2 (достаточно),
- 1 (удовлетворительно),
- 0 (плохо).

Для оценки эстетических показателей качества товаров в основном используется *экспертный метод*. Он является наиболее эффективным в настоящее время способом

получения надежного и точного оценочного суждения об эстетическом совершенстве анализируемых изделий.

Эстетическая оценка ТО проводится в два этапа.

Подготовительный этап эстетической оценки ТО включает анализ представленного изделия и материалов к нему, отбор изделий-аналогов для составления эталонных рядов и согласования критериев оценки, знакомство экспертной группы с изделием и материалами. Особое внимание при этом уделяется результатам оценки технико-экономического и потребительского уровня товаров.

Основной этап предусматривает сравнительный анализ формы представленных изделий и определение численных значений эстетических показателей качества.

При сравнительном анализе изделий эксперты выделяют следующие группы *эстетических показателей*:

1. информационная выразительность;
2. рациональность формы;
3. целостность композиции;
4. совершенство производственного исполнения.

Информационная выразительность - это способность изделия отражать в форме сложившиеся в обществе культурные нормы и эстетические представления.

Информационная выразительность характеризует:

- художественно-образное выражение социально-значимой информации (знаковость);
 - признаки индивидуального своеобразия изделия, отличающие его от изделий-аналогов (оригинальность);
 - черты устойчивой общности форм данного времени (стилевое соответствие);
 - изменчивые признаки внешнего вида, выявляющие общность временно господствующих эстетических вкусов, а также предпочтений (соответствие моде).
- Рациональность эстетически значимой формы выявляет ее соответствие объективным условиям производства и эксплуатации изделия. Рациональность формы характеризуют следующие моменты:
- соответствие формы выполняемой изделием технической функции, конструктивному решению, особенностям технологии изготовления и применяемым материалам (функционально- конструктивная рациональность);
 - соответствие формы изделия требованиям удобства пользования (целесообразность);
 - отсутствие излишеств и украшения, простота и ясность эстетического замысла (правдивость выражения).
- Целостность композиции характеризует органичную взаимосвязь элементов формы, единство частей и целого.

Целостность композиции находит выражение:

- в общей логике закономерного строения пространственной формы (организованность объемно-пространственной структуры);
- в эстетическом осмыслении закономерностей конструктивного решения (тектоничность);
- в моделировке взаимных переходов объемов, плоскостей и очертаний формы и ее деталей (пластичность);
- в выразительности графических и изобразительных элементов (упорядоченность графических и изобразительных элементов);
- во взаимосвязи цветовых сочетаний.

Совершенство производственного исполнения изделий и товарный вид, также относимые обычно к эстетическим показателям, определяются:

- качеством изготовления видимых элементов, нанесения покрытий, отделкой поверхностей, чистотой выполнения сочленений и сопряжения;
- четкостью исполнения фирменных знаков и указателей, сопроводительной документации и информационных материалов.

Целостная оценка представляет собой обобщенное суждение об уровне эстетических показателей качества товаров, полученное в результате анализа и сопоставления изделия с отечественными и зарубежными образцами аналогичного класса и назначения, входящих в эталонный ряд – аналоги и прототип (табл. 14).

Таблица 14

Эстетическая оценка технического объекта*

№	Эстетический показатель	Аналог	Прототип	Исследуемый ТО
	Информационная выразительность			
	знаковость	...	...	...
	оригинальность	...	...	...
	стилевое соответствие	...	...	...
	соответствие моде	...	...	...
	Рациональность формы			
	функционально-конструктивная рациональность	...	...	...
	целесообразность	...	...	...
	правдивость выражения	...	...	...
	Целостность композиции			
	организованность объемно-пространственной структуры	...	...	...
	тектоничность	...	...	...

	пластичность	...	...	...
	упорядоченность графических и изобразительных элементов	...	...	...
	взаимосвязь цветовых сочетаний	...	...	...
	Совершенство производственного исполнения			
	качество изготовления видимых элементов	...	...	...
	четкость исполнения	...	...	...
	ИТОГО:	$\sum$ Аналог	$\sum$ Прототип	$\sum$ ТО

* Заполнение таблицы осуществляется путем простановки баллов по каждому показателю в диапазоне от 0 (плохо) до 4 (отлично)

В первом приближении обобщенный эстетический показатель ТО можно подсчитать по формуле:

$$K_{\text{эст}} = \sum \text{ТО} / \sum \text{max},$$

где

$\sum \text{ТО}$ – сумма экспертных оценок анализируемого ТО (в баллах);

Σ_{max} – максимальная сумма экспертных оценок (в баллах) объектов эталонного ряда (Аналог– Прототип – Исследуемый ТО).

Пример выполнения ФЭстА ТО приведён в приложении (Приложение И).

Из рассмотренных процедур экспертизы эстетических свойств товаров видно, что ее конкретным результатом можно считать оценочное суждение об эстетическом уровне товаров, которое может быть выражено в виде экспертного заключения, балльной оценки и т.п.

Цели эстетической экспертизы многообразны и различаются в зависимости от ее видов, начиная с выяснения объективной тенденции развития производства товаров с высоким уровнем эстетических свойств и кончая субъективной оценкой успешности использования художником -конструктором (дизайнером) тех или иных профессиональных средств для решения формы изделия. Поэтому самой общей может быть формулировка, связывающая цели экспертизы с выяснением эстетического уровня изделий и его соотношения с уровнем других показателей качества товаров. Кроме того, сюда можно отнести и еще одну важную задачу эстетической экспертизы качества, речь идет об оценке и художественной интерпретации формы изделий при отсутствии эталона. Эта задача решается при анализе качества новых товаров.

ТЕМА 11: ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ

Вопросы:

1. Конструирование объекта и его качество.
2. Правила разработки технического задания на техническое изделие.
3. Техническое предложение.
4. Эскизный проект.
5. Технический проект.
6. Рабочий проект. Технический паспорт.

1. Конструирование объекта и его качество

Понятие конструирования объекта

Под конструированием понимается воплощение технического решения в конструкцию. Этап конструирования связан с выбором параметров ТО.

В процедурной модели выделены два этапа конструирования: конструирование объекта и конструирование сборочных единиц и деталей. И хотя трудно установить грань между этапами, все же каждый из них имеет свои специфические задачи. Этап конструирования объекта в целом завершается разработкой технического проекта, представляющего необходимые данные для выполнения рабочей документации (рабочего проекта).

Рабочая документация является основной продукцией проектной организации.

О графической и текстовой документации при разработке ТО

Основным средством конструирования в настоящее время является чертеж, изображающий изделие в прямоугольных проекциях. Основные правила выполнения чертежей, текстовых документов и спецификации определены ГОСТами: 2.104—68; 2.105—79; 2.106—68; 2.108—68; 2.109—73. В некоторых случаях при проектировании сложных литых деталей используется изображение в аксонометрии.

На этапе конструирования объекта инженер-конструктор работает совместно с дизайнером, добиваясь целостности и выразительности технической формы изделия. Здесь оказывается полезным макетирование. Работа конструкторов подчинена одной общей цели — обеспечению качества изделия. Нельзя, конечно, полагать, что качество обеспечивается лишь на этапах конструирования. Оно закладывается раньше, еще при поиске вариантов технического решения. Однако лишь при конструировании качество проступает явно. Нередки случаи, когда хорошие технические решения оказываются загубленными из-за неудачного воплощения в конструкцию. И, наоборот, далеко не передовые технические решения живучи из-за хорошо отработанной конструкции.

Решающее значение при разработке ТО имеет Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП), определяющая общий для всех отраслей порядок разработки технологической документации. В ЕСТПП как подсистемы входят Единая система конструкторской документации (ЕСКД) и Единая система технологической документации (ЕСТД).

В настоящее время в РФ действует около 20 тыс. стандартов. Ориентироваться в них позволяет Указатель государственных стандартов РФ, в котором выделены отделы, классы и группы стандартов по признакам отраслевой стандартизации. Отдел обозначен заглавными буквами русского алфавита, первая буква означает класс, вторая — группу стандартов. Например, Г12 означает вторую группу внутри первого класса, входящего в отдел Г — Машины, оборудование и инструмент.

Показатели качества

Из всех показателей качества разрабатываемого изделия на этапе конструирования решающее значение имеют отработка его на технологичность, обеспечение надежности, выполнение эргономических требований и эстетическое оформление. Остановимся на этих показателях несколько подробнее.

А. Под **технологичностью конструкции**, как уже отмечалось ранее, понимается свойство, связанное с возможностью и трудоемкостью ее изготовления. Общие правила отработки конструкции на технологичность предусмотрены ГОСТ 14.201—83. Основные показатели технологичности и способы их определения отражены в Методике Государственного комитета стандартов. ГОСТ 14.201—83 определяет перечень показателей технологичности:

По трудоемкости.

1. Трудоемкость изготовления изделия.
2. Трудоемкость изготовления по видам работ.

3. Трудоемкость подготовки изделия к функционированию.
4. Трудоемкость профилактического (технического) обслуживания.
5. Трудоемкость ремонта изделия.

По себестоимости.

1. Технологическая себестоимость изделия.
2. Себестоимость подготовки изделия к функционированию.
3. Себестоимость профилактического обслуживания изделия.
4. Себестоимость ремонта изделия.

По унификации и взаимозаменяемости.

1. Коэффициент унификации изделия.
2. Коэффициент унификации конструктивных элементов.
3. Коэффициент стандартизации изделия.
4. Коэффициент повторяемости.
5. Коэффициент взаимозаменяемости.

По расходу материала.

1. Масса изделия.
2. Коэффициент использования материала.
3. Коэффициент применимости материала.

По обработке.

1. Коэффициент точности обработки.
2. Коэффициент шероховатости поверхности.

По составу конструкции.

1. Коэффициент сборности.
2. Коэффициент перспективного использования в других изделиях.

Обработка конструкции машины на технологичность на основе приведенных показателей приводит к снижению трудоемкости и себестоимости ее изготовления, технического обслуживания и ремонта объекта. Некоторые из приведенных показателей могут иметь абсолютное значение, другие относительное и удельное.

Б. Надежность представляет собой свойство изделия *выполнять заданные функции*, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах *в течение требуемого промежутка времени* или *требуемой наработки*. Под наработкой понимается количество продукции в натуральном выражении, произведенной за определенный промежуток времени.

Надежность проявляется в безотказности, долговечности и ремонтпригодности.

Безотказность характеризует свойство объекта сохранять работоспособность в течение определенного срока при требуемых эксплуатационных условиях. Показателями безотказности могут служить: вероятность безотказной работы; интенсивность отказов; наработка на отказ.

Долговечность определяет свойство объекта длительно, с учетом ремонтов, сохранять работоспособность в условиях эксплуатации до разрушения или другого состояния, при котором невозможна нормальная эксплуатация. Показателями долговечности выступают технический ресурс, под которым понимается наработка до ремонта или замены, и срок службы.

Ремонтопригодность означает приспособленность объекта к восстановлению его работоспособности и поддержанию технического ресурса путем предупреждения, обнаружения и устранения неисправности и отказов.

В. *Эргономические* показатели качества характеризуют систему человек — машина. Эргономика как наука занимается комплексным изучением трудовой деятельности оператора. Необходимость учета эргономических показателей вызывается тем, что эффективность работы машины весьма существенно зависит от условий, в которых находится оператор (рассмотрено ранее).

Г. *Эстетические* показатели качества (рассмотрено ранее).

2. Правила разработки технического задания на техническое изделие

Количественное описание функций ТО вместе со списком основных требований представляет собой *техническое задание* на разработку нового поколения ТО.

Список требований

При разработке и проектировании ТО всегда имеет место определенный список требований, которым ТО должен удовлетворять. Здесь речь идет о необходимом и достаточном наборе требований, при выполнении которых изделие будет иметь допустимую (ожидаемую) работоспособность, эффективность, ремонтопригодность и т. п.

Если в таком наборе не будет учтено и выполнено хотя бы одно требование, то в созданном ТО проявится хотя бы один существенный недостаток или он будет

неработоспособен. Отсюда следует *важность необходимого и достаточного списка требований, который в инженерных разработках составляет ядро технического задания.*

Следует отметить, что в процессе разработки и проектирования ТО задают и уточняют несколько иерархически взаимосвязанных списков требований, которые соответствуют определенным этапам разработки. При этом каждый последующий список больше предыдущего и включает его в себя.

В общем случае представляется естественным установить иерархию указанных списков (рис. 14) и поставить в соответствие с выделенными задачами выбор проектно-конструкторских решений. Дадим краткую характеристику содержания списков требований для каждого типа задач (этапа разработки).

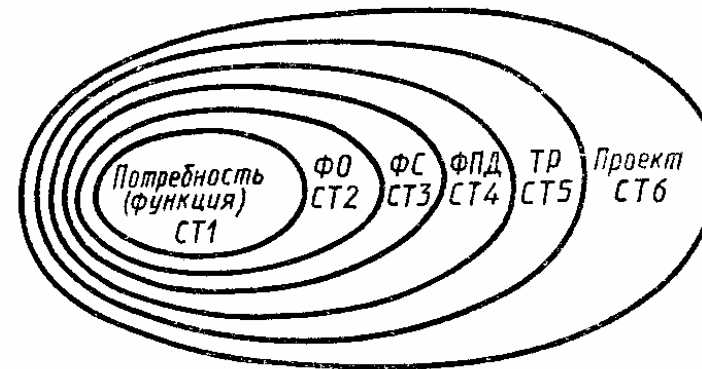


Рис. 14. Иерархия списков требований (СТ)

Список требований 1 (СТ 1) включает главные функциональные требования, реализующий потребность человека в создаваемом ТО, т. е. перечень количественных показателей производимого действия, количественных показателей объекта (предмета обработки), на который направлено действие ТО, количественных показателей особых условий и ограничений, при которых выполняется действие. К таковым в первую очередь относятся надежность, вид и показатели используемой энергии, особые воздействия окружающей среды и т. п.

СТ 2 (ФО – функции окружения) может включать дополнительно (рис. 1) перечень потоков веществ, энергии, сигналов на входе и выходе ТО или перечень требований и условий к выбору таких потоков; значения физических величин, характеризующих потоки; условия и ограничения на потоки, вызванные взаимодействием ТО с надсистемой и окружающей средой; условия и ограничения на потоки, связанные с их преобразованием внутри ТО. Уточненный список требований в основном зависит от выбранных потоков на входе ТО.

СТ 3 (ФС – функции структуры) включает дополнительные наборы требований, аналогичные СТ 1, СТ 2, но относящиеся к функциональным элементам, из которых состоит ТО. Уточненный СТ 3 зависит от принятой функциональной структуры.

СТ 4 (ФПД – физические принципы действия), в дополнение к СТ 1— СТ 3, составляют для каждого выбранного ФПД отдельно. В СТ 4 входят условия и ограничения, накладываемые на выбор основных материалов, используемых при реализации физико-технических эффектов, а также условия и ограничения, вызванные сопутствующими дополнительными воздействиями реализуемых эффектов как на элементы ТО, так и на

окружающую среду. Кроме того, СТ 4 может еще включать ограничения по энергопотреблению, обрабатываемым материалам или информации и т. д.

СТ 5 (ТР – техническое решение) содержит дополнительно наборы требований и соответствующих количественных показателей по массе, форме, габаритным размерам и компоновке; выбору используемых материалов и комплектующих изделия; способам в средствам соединения в связи элементов между собой; управлению и регулированию; безопасности эксплуатации; патентоспособности; лимитной цене и т. д. СТ 5 в большой мере зависит от ТР.

СТ 6 включает набор требований по выбору оптимальных параметров ТО, запасам прочности, устойчивости, надежности, серийности изготавливаемого ТО, используемому технологическому оборудованию, взаимозаменяемости, стандартизации и унификации, условиям эксплуатации, транспортирования и хранения, сроку окупаемости на разработку и освоение и т. д.

Для техники в целом также существует список требований. Попытку составления такого списка в 1950 г. предпринимал Ф. Кессельринг, который составил список, включающий более 700 требований. Даже для того времени это был неполный список, а за прошедшее время число требований в полном списке увеличилось в несколько раз. Составление полного списка требований для техники в целом является важной задачей.

Техническое задание (ТЗ) на проектирование — первый и весьма важный технический документ. Он разрабатывается всегда независимо от дальнейшей стадии разработки.

Содержание ТЗ определено ГОСТ Р 15.201–2000. Основное назначение технического задания — определить цели проектирования, обосновать направление поиска.

Составляется этот документ заказчиком с участием конструктора. Особо нужно подчеркнуть, что в современных условиях выполнить проектирование качественно только инженеру-конструктору, как правило, не удастся. Необходимо его постоянное сотрудничество с инженером-технологом и художником-конструктором.

На стадии разработки ТЗ инженер-технолог устанавливает базовые показатели технологичности изделия на основе аналогов с учетом корректирующих коэффициентов. Художник-конструктор в рамках составления сценария проводит предварительный анализ проектной ситуации с точки зрения технической эстетики и эргономики.

В ТЗ отражаются и результаты патентных исследований, указывается перспективное направление технических решений, а иногда и конкретное изобретение (группа изобретений), рекомендованное к внедрению.

Состав технического задания

1. Наименование и области применения
2. Основание для разработки
3. Цель и назначение разработки
 - 3.1 Цель.
 - 3.2 Изложение действующего и намечаемого технологических процессов.
4. Источники разработки.
5. Технические требования.
 - 5.1 Состав и требования к конструктивному устройству.

- 5.2 Показатели назначения.
- 5.3 Требования к надежности.
- 5.4 Требования к технологичности.
- 5.5 Требования безопасности
- 5.6 Эстетические, эргономические и экологические требования.
- 5.7 Требования к уровню унификации и стандартизации.
- 5.8 Требования к патентной чистоте.
- 5.9. Требования к составным частям, сырью, исходным и эксплуатационным материалам.
- 5.10. Условия эксплуатации.
- 6. Этапы и стадий разработки.

3. Техническое предложение

В результате поиска вариантов технического решения и выбора наиболее рационального из них составляется техническое предложение. Согласно ГОСТ 2.118–73 оно должно содержать техническое и технико-экономическое обоснование целесообразности разработки объекта, т. е. основные результаты процедур поисков вариантов принятия решений, анализа принятого решения.

Технологи, участвуя вместе с конструкторами в выборе варианта, заботятся о лучших предпосылках для использования стандартных и унифицированных узлов, типовых технологических процессов, ограничения номенклатуры конструкционных материалов.

Художник-конструктор формирует требования технической эстетики и эргономики разрабатывает варианты художественно конструкторского решения.

В техническом предложении отражаются результаты исследований по проверке патентной чистоты выбранного варианта технического решения, как в РФ, так и в странах, предполагаемых для экспорта.

В число обязательных документов технического предложения входят пояснительная записка и ведомость технического предложения. В зависимости от характера, назначения или условий производства объекта дополнительно могут быть выполнены: чертеж общего вида или габаритный чертеж, схемы, таблицы, расчеты, патентный формуляр, карта технического уровня и качества продукции

Рассмотрим более подробно процедуры разработки ТО на стадиях эскизного и технического проектов

Выбор параметров разрабатываемого объекта

Ранее было введено понятие параметра как величины, значение которой служит для различения элементов множества технических решений. Это понятие использовалось и при изложении методики моделирования. Выбор параметров машины выделен в специальный этап проектирования в связи с его большой важностью. При сравнении вариантов уже использовались оценки параметров. Однако тогда нас интересовали их относительные значения. На этапе выбора параметров необходимо установить их абсолютные величины.

Ранее было введено понятие определяющих параметров системы. К ним отнесены главный и основные параметры. Под главным понимают параметр, наиболее полно отражающий потребительские свойства машины, его главную функцию. В его качестве наиболее часто выступают величины, связанные с размером рабочего органа, мощностью

двигателя, силой тяги, массой, грузоподъемностью. Основные параметры дополняют главный и находятся с ним в тесной взаимосвязи.

Этап выбора параметров машины состоит в отыскании значений главного и основных параметров.

В практике еще бытует метод, когда объект разбивается на функциональные узлы, каждый из которых проектируется в отрыве от остальных. В условиях сложных систем это приводит к отрицательным последствиям. Современные требования диктуют необходимость системного подхода к выбору параметров, связанного с оценкой влияния всех узлов (подсистем) на работу объекта как системы в целом.

В практике разработки приходится сталкиваться с двумя типами задач выбора параметров.

Первый возникает тогда, когда у проектируемого объекта есть аналог. Само проектирование может состоять в совершенствовании технического устройства, и тогда изменяются не все параметры, а лишь те, которые связаны с этим совершенствованием. Такое проектирование ведется непрерывно вместе с выпуском серийной продукции. К этому же типу можно отнести и задачи, возникающие при проектировании нового типоразмера машины. В этом случае ранее созданные объекты можно рассматривать как модели и на основе теории подобия выбирать параметры нового типоразмера.

Второй тип задач возникает при проектировании принципиально новых объектов, когда нет какой-либо информации о поведении аналогичных систем.

В этом случае выбор параметров объекта определяется его параметрическим рядом.

Под параметрическим рядом понимают множество изделий (машин), имеющих одинаковые потребительские свойства и отличающиеся друг от друга по главному параметру. Потребитель заинтересован в наибольшей густоте ряда, т.е. в большем числе элементов множества. Изготовитель, напротив, стремится сократить параметрический ряд, что повышает серийность производства. Оптимальный параметрический ряд изделий разумно сочетает интересы потребителя и изготовителя, приносит необходимый экономический эффект.

4. Эскизный проект

По выбранным основным параметрам может быть разработан эскизный проект (ГОСТ 2.119–73). В число его обязательных документов входят пояснительная записка и ведомость эскизного проекта. Дополнительно могут составляться: чертеж общего вида, габаритный чертеж, теоретический чертеж, схемы, ведомость покупных изделий, ведомость согласования применения покупных изделий, программа и методика испытаний, расчеты, таблицы, патентный формуляр, карта технического уровня и качества продукции.

В пояснительной записке отражается выбор параметров. Кроме того, в нее включаются расчеты ожидаемого экономического эффекта. При эскизном проектировании в отличие от стадии технических предложений они выполняются по более уточненным данным. Если расчеты подтверждают экономический эффект, определенный на стадии технического предложения, то принимается решение о продолжении разработки. В противном случае нужно в него внести изменение или обратиться к другому.

В ходе эскизного проектирования инженер-технолог совместно с конструктором продолжают отработку на технологичность, заключающуюся в:

окончательном выборе рациональной конструктивной схемы;
принципиальной оценке технологичности основных составных частей;
выявлении составных частей, которые могут быть стандартными или унифицированными;
выявлении составных частей, которые могут быть позаимствованы;
выявлении условий сборки изделия и составных частей;
выявлении номенклатуры используемых конструкционных материалов;
выявлении условий технического обслуживания изделия;
выявлении условий контроля, регулировки и подготовки изделия к функционированию;
выявлении условий подготовки производства и определении основных укрупненных данных для организации технологической подготовки производства;
выявлении новых технологических процессов, требующих технического оснащения и освоения.

Художественная проработка изделия на этапе эскизного проекта включает изучение конструкции, материалов и технологии изготовления; разработку вариантов композиции графически или на макетах; выбор окончательного варианта композиции.

Особо следует остановиться на роли художественной проработки на этапе эскизного проекта. Для объектов новой техники, не имеющих аналогов, это, пожалуй, пока единственный наиболее успешный метод общей компоновки. Интуиция дизайнера подсказывает наиболее рациональное размещение основных узлов с точки зрения эстетики. Оно же, как правило, оказывается и наиболее удачным в техническом отношении. На стадии эскизного проекта продолжаются работы по выявлению патентоспособных решений, которые могут появиться в ходе компоновки объекта. Оформляются заявки на изобретение, как по устройству, так и по промышленному образцу. Выявляются страны или фирмы-

потребители объекта, разрабатываются предложения о патентовании изобретений за границей.

5. Технический проект

Состав технического проекта и рабочей документации определен Единой системой конструкторской документации (ГОСТ 2.120—73).

Процедура конструирования объекта завершается составлением технического проекта, содержащего окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации. Обязательными документами технического проекта являются: чертеж общего вида, пояснительная записка, ведомость технического проекта. Дополнительно в зависимости от характера, назначения или условий производства изделия могут быть теоретический (сборочные) и габаритные чертежи, расчеты, таблицы, схемы, ведомость покупных изделий, ведомость согласования применения покупных изделий, технические условия, программа и методика испытаний, патентный формуляр, карта технического уровня и качества продукции.

Инженер-технолог, участвуя в разработке технического проекта, отрабатывает конструкцию на технологичность, добиваясь наилучших значений ее показателей.

Инженерно-психологической и художественной проработкой объекта определяются: окончательная компоновка и конструкция рабочих мест, средства обеспечения условий обитаемости, конкретные задачи и функции, выполняемые оператором, техническая форма объекта и его составных частей.

Патентными исследованиями обосновывается возможность использования технических решений, защищенных авторскими свидетельствами и патентами, проверяются на патентоспособность вновь создаваемые конструкции, оформляются заявки на изобретения.

Оценка уровня качества машины

Оценка качества создаваемого объекта выполняется на всех этапах проектирования. Отдельные показатели устанавливаются уже на этапе определения цели и указываются в техническом задании. Некоторые из них выражаются количественно, другие — качественно. На всех последующих этапах оперируют с переменными, связанными с теми или иными показателями качества. Однако до тех пор, пока параметры машины не получили конкретных значений, а принадлежат некоторой области, оценка качества носит приближенный характер. Окончательное суждение о качестве машины можно составить лишь после производственных испытаний опытного образца или, если это предусмотрено, опытной партии. Только в этом случае проявятся все факторы, влияющие на качество продукции. Несмотря на это, при проектировании необходимо оценивать качество по единой методике, точнее, по методике оценки уровня качества готовой продукции. При этом некоторые из показателей, не имеющие точной оценки, назначаются по среднестатистическим или вероятностным значениям.

Всегда, когда это возможно, качество машин следует оценивать на основе сравнения с некоторым существующим образцом, предназначенным для выполнения того же вида работ. И только в том случае, когда такого образца не существует, оценку качества можно строить сравнением расчётных показателей с техническим заданием.

Зачастую трудно или просто невозможно оценить качество машины, используя лишь единичные показатели. Требуется комплексный показатель. Согласно такой показатель может выражаться:

- баллами или категорией качества (высшая, первая, вторая);
- функциональной зависимостью интегрального показателя от других показателей;

- средними взвешенными показателями качества продукции.

6. Рабочий проект. Технический паспорт

Составляются эти документы *конструктором*.

Рабочий проект (ГОСТ 2.125–88) обычно содержит всю необходимую информацию для изготовления ТО в требуемых условиях: сборочные чертежи, детализовку всех узлов; спецификации, ведомости покупных изделий, ведомости материалов.

Технический паспорт составляется на основании утвержденного ТЗ и обычно содержит текстовую и графическую информацию, необходимую потребителю ТО для правильного его использования (в том числе ведомость наиболее изнашиваемых деталей, чертеж общего вида, сборочный чертеж, необходимые схемы, инструкцию по эксплуатации).

Литература

14. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб.пособие для студентов втузов. М.: Машиностроение, 1988, 368 с.: ил.
15. ГОСТ 2.102–68.
16. ГОСТ 2.104–68.
17. ГОСТ 2.105–79.
18. ГОСТ 2.106–68.
19. ГОСТ 2.108–68.
20. ГОСТ 2.109–73.

21. ГОСТ 2.119–73.
22. ГОСТ Р 15.201–2000.
23. ГОСТ 2.118–73.
24. ГОСТ 2.119–73.
25. ГОСТ 2.120–73.
26. ГОСТ 2.125–88.
27. Коновалов А.А. Логика изобретения. Ижевск.: изд. ИжГТУ, 1990 г.

Заметки на полях

Творческий проект – попытка описать стадии проектирования известного всем технического объекта.

Список литературы

7. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. Изд «Московский рабочий», 1-е изд. 1969г.; 2-е изд., 1973.
8. Альтшуллер Г.С. Оператор РВС. Метод. указ. к курсу «Технология и психология творчества». Новосибирск, 1986.
9. Альтшуллер Г.С.. Алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-85В.
10. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т.-6-е изд. перераб.и доп. М.: Машиностроение, 1982 - т.1-736 с., т.2-584 с., т.3-576 с.
11. АРИЗ-83А (сборник материалов по ТРИЗ). Изд. ЦС НТС, 1985.
12. Бородастов Г. В. и др. Указатель физических явлений и эффектов для решения изобретательских задач. М.: ЦНИИатом информ, 1979.
13. Быков В.П. Методика проектирования объектов новой техники: Учебное пособие.- М.: Высшая школа, 1990. 168 с.
14. Вульфсон С.И. Уроки профессионального творчества: Учеб. пособие для студ. сред. спец. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 1999. 160 с.
15. Галашев В.А. Потребность как мотив творчества. Шестая Российская университетско - академическая научно-практическая конференция: Материалы докладов. Ижевск, 2003. 365 с. (с. 155-156)
16. Галашев В.А. Системный подход к решению технических задач. Технологическое образование: теория, методология, практика: Сб.науч.ст./Под ред. В.П. Овечкина. Ижевск, 2003. 135 с. (с. 65 – 71).

17. Галашев В.А. Экосистемный подход к конструированию объектов предметной среды. Парадигмы образования: материалы международной научно-практической конференции 25-27 апреля 2006 г. / Под ред. А.А. Баранова, В.Ю. Хотинец. Ижевск, 2006. 295 с. (с.231–235).
18. Дитрих Я. Проектирование и конструирование. Системный подход. Изд. "Мир" 1981.
19. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов. 4 изд., перераб. и доп. М.: Высшая шк., 1985. 416 с.
20. Единая система допусков и посадок в машиностроении и приборостроении: Справочник: в 2-х т. - 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во стандартов, 1989.
21. Инженерная психология в применении к проектированию оборудования / Пер. с англ. под ред. Б.Ф. Ломова и В.И. Петрова. М.: Машиностроение, 1971. 463 с.
22. Инновационное образование и инженерное творчество: Сб. научных трудов. М.: Российская ассоциация научно-технического творчества «Эвристика», 1994.
23. Коновалов А.А. Логика изобретения. Ижевск: Удмуртия, 1990. 128 с.
24. Крайнев А.Ф. Детали машин: Словарь-справочник. М.: Машиностроение, 1992. 480 с.
25. Методические рекомендации по оформлению самостоятельных работ студентов специальности 030600 «Технология и предпринимательство» / Сост. Д.Б. Конев, А.В. Вахрушев, В.П. Овечкин. Ижевск: УдГУ, 2005. 39 с.)
26. Орефков В. В. Методика эргономической экспертизы рабочих мест. Ижевск: Изд-во Удмуртского госуниверситета, 1994. 20 с.
27. Орефков В. В. Сборник таблиц и иллюстраций по курсу "Эргономика": Учебное пособие. Ижевск: Изд-во Удмуртского госуниверситета, 1991. 34 с.

28. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб.пособие для студентов вузов. М.: Машиностроение, 1988, 368 с.: ил.
29. Сопельняк А.Т. Психология творчества. ИР. 1988 №2. с.20.
30. Функционально-стоимостной анализ в электротехнической промышленности. Под редакцией М.Г. Карпунина, М.: Энергоатом издат., 1964.
31. Якушев А.И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник для вузов /А.И. Якушев, Л.Н.Воронцов, Н.М.Федотов. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1986. 352 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

А. Упражнения на преодоление психологической инерции мышления

Упражнение 1. Определить основные и скрытые свойства (механические, физические, эстетические...) следующих объектов:

1. Швабра
2. Молоток
3. Стол
4. Карандаш
5. Гайка
6. Мяч
7. Ведро
8. Книга
9. Плита
10. Электрический двигатель
11. Пианино
12. Поварешка
13. Ножницы
14. Очки
15. Светильник
16. Нож
17. Кроссовки
18. Ремень
19. Чемодан
20. Трос

21. Кастрюля
22. Замок
23. Расческа
24. Кошелек
25. Автомобиль

Упражнение 2. Найти новое применение известным объектам:

1. Штангенциркуль
2. Отвертка
3. Зубная щетка
4. Детская клизма
5. Вилка
6. Кирпич
7. Бутылка из стекла
8. Сапог резиновый
9. Автопокрышка
10. Подшипник качения
11. CD-диск
12. Указка
13. Степлер
14. Картина
15. Шланг
16. Револьвер
17. Бульдозер

18. Толкушка
19. Зола
20. Перец черный
21. Костыль (инвалидный)
22. Чайник
23. Монета
24. Кисть малярная
25. Гвоздь

Упражнение 3. Составить ассоциативные цепочки (максимально короткие):

1. Эксклюзивный дистербьютер – манная каша остыла – не лезь на фонарный столб.
2. Перпетум мобиле – золотая рожь – карточный долг не возвращают только покойники.
3. Рэмбо сломал себе ногу – синий носок не адекватен «синему чулку» – отцвели уж давно хризантемы в саду.
4. Это необходимо, но не достаточно – хакер – «моржевание».
5. Экзамен по резанию сдан – львенок из мультфильма запел нечеловеческим голосом – Луна повернулась к Земле анфас.
6. Кариес во рту не утаишь – бомж прогладил галстук и пошел на работу – «не догоню, так хоть согреюсь...», – подумал петух.
7. Октябрьская революция – Линейка есть средство воспитания подрастающего поколения – не плюй в колодец.
8. Экзаменационная ведомость – стул нормальный – фальстарт.
9. Обляять - не укусить – молекулярный уровень – совковая лопата.
10. Бег трусцой – алхимия – башенный кран рухнул.

11. Смех сквозь слезы – технология – суп прокис окончательно.
12. Нос – шаман спалил свою бороду – прошлого не вернуть.
13. Подсолнух был ярко-красным – знание, наконец, достигло задворок ума – записка сельского учителя.
14. Чувство меры – безмерное чувство – потеря рассудка.
15. Лютый мороз – забитая до смерти идея – апофеоз.
16. Удлинитель был слишком длинным – пресса попала под пресс – чеченский след.
17. Правозащитник был не прав – падший ангел – Горбачев Миша.
18. «Помолясь усердно Богу, братья тронулись...» – «После тяжелой и продолжительной болезни...» – продолжение следует.
19. Слезоточивый роман – слезоточивый газ – Роман нажал на газ.
20. Пульс бился, но неровно – мясник делал свое дело – часы стояли как всегда.
21. Из окна лилась музыка – смел тот, кто посмел – ночью все кошки серы.
22. Телогрейка – компьютер снова «сдох» – везет же некоторым.
23. Эйфелева башня – морской прибой – гороховый суп.
24. Утренняя гимнастика – экстрим – сага о Форсайтах.
25. Бред сивой кобылы – повторная сдача экзамена – что упало, то пропало.

Упражнение 4. Найти явный и скрытый смыслы следующий афоризмов:

1. Никогда не верь зеркалам и газетам.
2. Через 500 лет на Земле останутся только стоячие места.
3. Земной шар – желтый дом Вселенной.
4. Чем больше выпадает зубов, тем больнее человек кусается.

5. При равных шансах ты проигрываешь.
6. Историки фальсифицируют прошлое, идеологи – будущее.
7. Несколько извинений выглядят менее убедительно, чем одно.
8. Владею русским со словарем, остальными – с переводчиком.
9. Интеллектуал – человек, который читает книги даже в хорошую погоду.
10. Интеллигент – это человек, думающий о людях лучше, чем они о нем.
11. Не задавай вопросов, и тебе не солгут.
12. Человека лучше всего съесть, когда он болен, или когда уехал отдыхать.
13. У нас все больше рублей и все меньше денег.
14. В наше время быть понятым значит попасть впросак.
15. Правду в глаза лучше всего говорить на ухо.
16. Великий художник – это мертвый художник.
17. Никто не соблазнит дьявола делать добро.
18. История учит, используя запрещенные педагогические приемы.
19. Скажи мне, кто твой друг, и я скажу ему кто ты.
20. Чиновник множит подчиненных, но не соперников.
21. Всегда играй честно, если козыри у тебя на руках.
22. Превосходное трудно улучшить, но ужасное не трудно ухудшить.
23. Книги пишутся с помощью книг.
24. Если не можешь одолеть конкурента – объединись с ним.
25. Сила воли – крайняя степень проявления лени.

Упражнение 5. Дополнить афоризм:

1. Работа – не волк...

2. Кто хочет работать – ищет средства...
3. Я абсолютно порядочный человек, поэтому я испытываю к себе глубочайшее ...
4. Хорошая сказка – воспитывает...
5. Кто рано встает...
6. Кто поздно встает...
7. Жизнь – движение, но без недвижности – это ...
8. Я могу противостоять всему кроме...
9. Лектор, делай свое дело ...!
10. От знаний еще никто не умирал, но ...!
11. Хорошо зафиксированный пациент в ... не нуждается
12. учебник имеет будущее – его...
13. Лучше предоставить возможность заработать, чем...
14. Человек, забытый богом и дьяволом...
15. Из речи умного человека в памяти остаются только его ...
16. Если сапожник – без сапог, то педагог не должен ...
17. Добившись высокого положения, многие позволяют себе...
18. человек способен понять лишь то, до чего дорос его собственный ум, а все, что выше...
19. *Человек* – существо, создающее себе и природе...
20. Долголетие – это месь пенсионера...
21. Свобода и деньги – ...
22. Лень – двигатель ...
23. Проведенный опрос показал, что из содержания прослушанной лекции студенты запомнили только те моменты, которые ...

24. Ничто не вечно под Луной, кроме ...

25. Будет день – будет ...

Упражнение 6. Придумать афоризм.

Б. ТАБЛИЦА ПРИЕМОВ ПРЕОДОЛЕНИЯ ТП

по Альтшуллеру	по Коновалову А.А.
1. Принцип дробления	Разделить функции с мешающими друг другу свойствами в пространстве
2. Принцип вынесения	
3. Принцип местного качества	Принцип местного качества
4. Принцип асимметрии	Заменить симметричный объект на асимметричный. Инверсия метода
5. Принцип объединения	Использовать кооперативный эффект
6. Принцип универсальности	Использовать многофункциональность
7. Принцип «матрешки»	Максимально использовать свободные промежутки, площади, объемы. В случае необходимости организовать их («принцип матрешки»)
8. Принцип антивеса	Принцип антивеса
9. Принцип предварительного напряжения	Принцип заневоливания.

10. Принцип предварительного исполнения	Выполнить часть процессов заранее
11. Принцип «заранее подложенной подушки»	Принцип «заранее подложенной подушки»
12. Принцип эквипотенциальности	Принцип эквипотенциальности
13. Принцип «наоборот»	Сделать наоборот
14. Принцип сфероидальности	
15. Принцип динамичности	
16. Принцип частичного или избыточного действия	
17. Принцип перехода в другое измерение	
18. Использование механических колебаний	Применить резонансный режим
19. Принцип периодического действия	Вести процесс в импульсном режиме

20. Принцип непрерывного полезного действия	
21. Принцип «проскока»	
22. Принцип «обратить вред в пользу»	Обратить вред в пользу
23. Принцип обратной связи	Организовать обратную связь
24. Принцип «посредника»	Использовать «посредника»
25. Принцип самообслуживания	
26. Принцип копирования	
27. Дешевая недолговечность вместо дорогой долговечности	Применить, «дешевую недолговечность взамен дорогой долговечности».
28. Замена механической системы	Изменить принцип действия технической системы
29. Использование пневмо- и гидроконструкций	
30. Использование гибких оболочек и тонких пленок	

31. Применение пористых материалов	
32. Принцип изменения окраски	
33. Принцип однородности	
34. Принцип отброса и регенерации частей	Введение недостаточного или избыточного исполнения, заключающегося в том, что необходимое преобразование сначала производят грубо, а затем дополняют его или удаляют избыток
35. Изменение агрегатного состояния объекта	
36. Применение фазовых переходов	
37. Применение теплового расширения	
38. Применение сильных окислителей	
39. Применение инертной среды	
40. Применение композиционных материалов	Использовать композиционные материалы

41. Использование пауз	
42. Многоступенчатое действие	
43. Применение пены	
44. Использование вставных частей	Разделить объект и среду третьим объектом, нейтрализующим, поглощающим вредный фактор
45. Применение би-принципа	
46. Применение взрывчатых веществ	
47. Применение сборки на воде	
48. Применение мешка с вакуумом	
49. Применение диссоциации и ассоциации	
50. Применение самоорганизованности	

51.	Подобрать объект, который непосредственно или после возможных его преобразований наибольшим образом соответствует объекту
52.	Дополнить список требований к объекту свойствами, учитывающими его взаимодействие со средой
53.	Сделать объект переменной структуры
54.	Локализовать процесс в пространстве
55.	Секционирования
56.	Резервировать ненадежные элементы на уровнях: параметрическом; структурном; физическом
57.	Сделать объект разборным
58.	Привести объект на время обработки в состояние, удобное для обработки

59.	Использовать одномерные поверхности (например, ленту Мёбиуса)
60.	Для выполнения отдельных функций ввести дополнительные функциональные элементы
61.	Погрузить предварительно груз в контейнеры
62.	Сложить два отрицательных фактора, имеющих различные знаки
63.	Принцип рекуперации
64.	Сосредоточить энергию в узкой области пространства
65.	Распределить энергию в пространстве «объемного взрыва»
66.	Сосредоточить энергию во времени

67.	Растянуть воздействие во времени
68.	. Оптимизировать форму объекта
69.	Изменить способ выполнения дополнительной функции
70.	Внести изменения в надсистему
71.	Придать информационные свойства объекту искусственно
72.	Замена объекта — носителя информации — его моделью, копией

В. Использование основных приемов устранения технических противоречий (фрагмент)

Что нужно изменить (улучшить) по условию задачи		Что недопустимо ухудшается , если использовать известные способы									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вес подвижного объекта	1			15.8. 29.34		29.17 38.34		29.2. 40.28		2.8. 15.38.	8.10. 19.37.
Вес неподвижного объекта	2				10.1. 29.35.		35.30. 13.2.		5.35. 14.2.		8.10. 19.35.
Длина подвижного объекта	3	8. 15. 29.34				15.17. 4.		7.17. 4.35.		13.4. 8.	17.10. 4.
Длина неподвижного объекта	4	35.28 40.29	35.28. 40.29.				11.4. 10.40.		35.8. 2.14.		28.10.
Площадь подвижного объекта	5	2. 17. 29. 4.		14.15. 18.4.				7.14. 17.4.		29.30. 4.34.	19.30. 35.2.
Площадь неподвижного объекта	6		30.2. 14.18.		26.7. 9.39.						1.18. 35.36.
Объем подвижного объекта	7	2. 26. 29.40		1.7. 4.35.		1.7. 4.17.				29.4. 38.34.	15.36. 35.37.
Объем неподвижного объекта	8		35.10. 19.14.	19.14.	35.8. 2.14.						2.18. 37
Скорость	9	8. 28. 13.38		13.14 8		29.30 34		7.29. 34			13.28. 15.19.
Сила	10	8. 1. 37.18.	18.13. 1.28.	17.19. 9.36.	28.10.	19.10. 15	1.18. 36.37.	15.9. 12.37.	2.36. 18.37	13.28. 15.12.	

**Г. Упражнения по освоению приемов преодоления технических противоречий
табличным методом**

**Требуется сформулировать противоречия и определить методы их преодоления по
таблице устранения противоречий**

1. Труба на доме, бане. Когда она не работает, ее желательно закрыть сверху крышкой, чтобы не попадали осадки. Но крышки ненадежны – срывает ветром, ржавеют, прогорают...
2. Лампа накаливания заполнена инертным газом. Требуется измерить давление газа.
3. Сложный трубопровод заполнен жидкостью. Необходимо постоянно контролировать герметичность. Визуальный контроль исключен, а контроль по падению давления ненадежен.
4. Судно в открытом море село на мель. Имеются лебедки. Требуется сняться с мели.
5. Установка для испытания стойкости металлов к действию кислот представляет собой герметичную металлическую емкость, на дно которой устанавливаются испытываемые образцы. Быстрое разрушение емкости. Стеклоянная емкость непрочна.
6. Художник решил написать картину «Бесконечность вселенной». Надо помочь найти идею.

7. УКВ приемник в поезде. Ничего не слышно. Требуется найти возможность послушать новости.
8. Ждем гостей. Живем на верхнем этаже. Окна выходят в сторону, противоположную входным дверям подъезда. Дверь постоянно закрывается на защелку соседями, несмотря на просьбы и записки.
9. Слуховое окно находится над квартирой. Во время дождей и зимой осадки активно задувает в постоянно открытое окно. ЖЭУ не реагирует. Забивать наглухо окно нельзя. Кто-то постоянно лазит по крыше и выдирает любые ограждения.
10. Мелкие детали после фрезерования покрыты заусенцами. Производительность барабанной обработки низкая. Установлено, что производительность зависит от относительной скорости проскальзывания деталей и абразива. Как поднять производительность барабанной обработки, если увеличивать размеры барабана нельзя?

Тема: АРИЗ. Шаги поиска ИТР.

Учебная задача о перевозке шлака

Ситуация

Доменный шлак (температура расплава 1000 гр.) перевозят к шлакоперерабатывающей установке в ковшах, установленных на железнодорожных платформах. Из-за действия холодного воздуха на поверхности расплава образуется толстая корка твердого шлака. В корке приходится пробивать отверстия для слива шлака, а после удалять затвердевший шлак. Можно предотвратить образование корки, применив теплоизолирующую крышку. Но это существенно затруднит работы: нужно будет снимать и надевать громоздкую крышку.

Как быть?

Часть 1. Выбор задачи.

Этап опускаем, так как задача сформулирована.

Часть 2. Уточнение условий задачи.

2.1. По результатам поиска патентной информации должна быть крышка.

2.2. Используем оператор РВС.

Крышка.

Размер: толстая – плохо;

Время:	Тонкая (= 0) – хорошо, но образуется корка. Процесс транспортировки протекает медленно – плохо; Быстро (= 0) – хорошо.
Стоимость:	Высокая – плохо; Низкая (= 0) – хорошо.

2.3. Система, сформулированная без специальных терминов

Железнодорожная платформа (средство доставки) – ковш (ёмкость) – шлак – теплоизолятор (X-элемент).

2.4. Изменяемый элемент – крышка.
Неизменяемые элементы – остальные.

Вывод: Крышка есть (должна быть), но ее нет (не должно быть) – (воздух?).

2. 5. Техническое противоречие

ТП1 (при отсутствии крышки): Шлак быстро доставляется к месту переработки, но с потерями (сил, времени, энергии), так как образуется корка.

ТП2 (крышка имеется): Сложность конструкции вызывает потери времени.

2.6. Уточненная модель задачи

Даны: расплавленный шлак и отсутствующая крышка. Отсутствующая крышка не замедляет процесс обслуживания, но и не препятствует образованию корки. Необходимо найти такой

Х-элемент, который, сохраняя способность отсутствующей крышки не замедлять обслуживание, предотвращал бы образование корки.

Часть 3.

Оперативная зона – «пустой» слой над жидким шлаком.

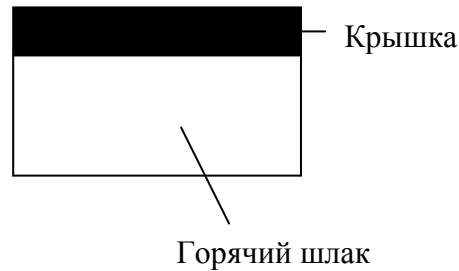
3.1. ИТР

Х-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, сохраняет способность отсутствующей крышки свободно пропускать шлак при заполнении и опорожнении ковша.

3.2. Схема «было» – «стало»

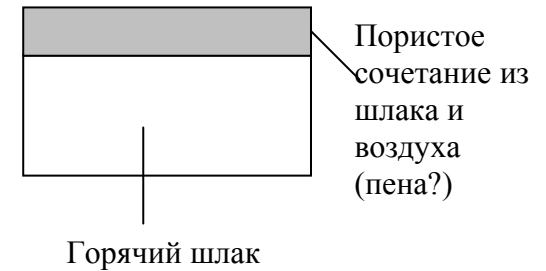
Было

Холодный воздух



Стало

Холодный воздух



3.3. Вспенивание поверхностного слоя может обеспечить кипение верхнего слоя за счет пара, пузырьков воздуха.

3.4. Идея: Пену можно образовать, добавляя небольшое количество воды в ковш во время заливки шлака.

Часть 4.

Преимущества метода – простота, экономичность.

Недостатки – необходимость дозированной подачи воды под давлением

Контрольный ответ:

При заливке шлака создают покрытие из шлаковой пены, добавляя небольшое количество воды в ковш во время заливки шлака: при сливании шлак свободно проходит через такую крышку.

Часть 5.

Задача на этапе ТП2 может быть решена и с использованием таблицы преодоления противоречий.

При наличии крышки возникает противоречие:

Сложность устройства (36) – потеря времени (25).

Рекомендуемые приемы решения противоречия – 6, 29, 43.

Прием 43 напрямую указывает на применение пены в качестве крышки.

Д. Пример проведения функционально-стоимостного анализа (ФСА) технического объекта (ТО)

Основная цель:

Освоение методики проведения функционально-стоимостного анализа ТО.

Порядок проведения ФСА изделия.

ФСА технического объекта проводится в два этапа.

На первом этапе проводится структурно-функциональный анализ ТО, который предусматривает:

- Выполнение графического изображения ТО (рисунка, чертежа, фотографии) с указанием его составных элементов.
- Выявление назначения ТО в целом.
- Выявление физического эффекта, заложенного в конструкцию.
- Выявление главного элемента ТО.
- Выявление основных элементов ТО.
- Выявление вспомогательных элементов ТО.
- Выявление элементов окружающей среды (ОС).
- Составление таблицы описания составных элементов.
- Составление графа взаимосвязей элементов ТО, ОС функциональными связями.
- Выявление ненужных (вредных) функций ТО.
- Выявление элементов и функций, требующих соединения или расчленения.

После этого производится корректировка ТО с учетом анализа:

- Корректируются функции, состав элементов, граф взаимосвязей элементов ТО и ОС.

На втором этапе выполняют ФСА изделия в следующей последовательности:

Составляют таблицы сравнения затрат на реализацию каждой выявленной функции

Составляют сводную ведомость стоимости функций

Выявляют в изделии зоны наибольшего сосредоточения затрат

1) Долю излишних и недостающих затрат

2) Наибольшие относительные разности стоимости функций

Дается общий вывод по обоим методам оценки зон сосредоточения затрат.

Задание на проведение ФСА конкретного технического объекта выдаётся преподавателем индивидуально каждому студенту. В качестве ТО может быть предложено простое техническое изделие, например, топор, шило, ножницы и др.

Пример

Задание:

Провести ФСА изделия «Карандаш грифельный с корпусом, заточенный под конус».

Решение

Основное назначение:

Нанесение графических изображений на плотном материале.

Дополнительное назначение:

Стержень, счетная палочка, нагель, указка, средство смазки трущихся частей, средство для растопки.

Физический эффект

В основе ТО «Карандаш» лежит адгезия частиц грифеля на поверхности плотного материала (в микронеровностях плотного материала), возникающей при трении.

Выявление главного элемента ТО:

Главным элементом является грифель (E_0).

Выявление основных элементов ТО:

Корпус (E_1).

Выявление вспомогательных элементов ТО:

Лаковое покрытие (E_3);

Графическая маркировка (E_4).

Выявление элементов окружающей среды (ОС):

Рука (V_1);

Плотный материал – бумага (V_2);

Заточное устройство – нож, точилка (V_3).

Выявление функций изделия

Данное изделие можно представить в виде совокупности следующих функций:

- Нанесение графических изображений на материале – главная функция – Φ_0 .
- Прочностная и эргономическая функция (удобство пользования) – Φ_1 (основная функция).
- Обеспечение готовности к работе пишущего элемента (обеспечивает возможность контакта грифеля с материалом при заточке) – Φ_2 (основная функция).
- Информационная функция (о фирме и характеристике изделия) – Φ_3 (вспомогательная функция).
- Защитная и эстетическая функция (от вредного воздействия внешней среды) – Φ_4 (вспомогательная функция).

Функцию Φ_2 можно ввести в разряд внутренних функций.

В связи с этим, состав элементов карандаша может быть следующим:

- Пишущий элемент – E_0 .
- Корпус – E_1 .

- Узел подготовки пишущего элемента к работе – E₂.
- Маркировка – E₃.
- Покрытие – E₄.

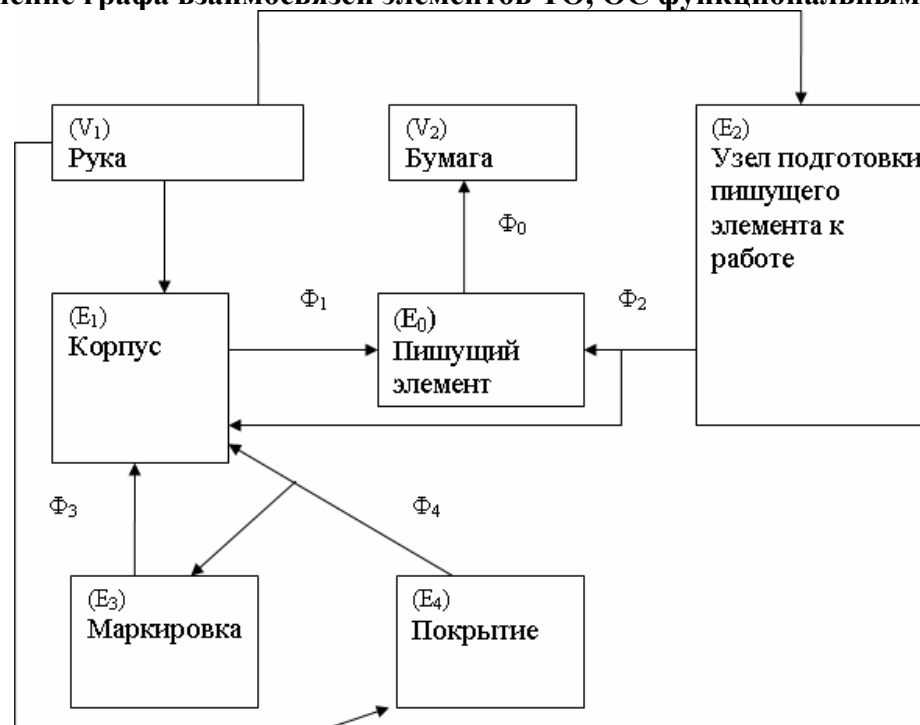
Анализ функций карандаша

Функция карандаша: Нанесение графических изображений на плотном материале

Элемент		Функция	
Обозначение	Наименование	Обозначение	Описание
E ₀	Пишущий элемент	Φ ₀	Наносит графические изображения на материале
E ₁	Корпус	Φ ₁	Обеспечивает прочность пишущего элемента и удобство пользования
E ₂	Узел подготовки пишущего элемента к работе	Φ ₂	Обеспечивает возможность контакта пишущего элемента с материалом
E ₃	Маркировка	Φ ₃	Обеспечивает правильный выбор характеристики карандаша и дает информацию о фирме-изготовителе
E ₄	Покрытие	Φ ₄	Защищает карандаш от вредного воздействия внешней среды, обеспечивает красивый внешний вид

Выделение узла подготовки пишущего элемента к работе в состав карандаша целесообразно для удобства пользования и обеспечения необходимого качества подготовки пишущего элемента к работе.

Составление графа взаимосвязей элементов ТО, ОС функциональными связями



Сравнение затрат на реализацию функции Φ_0

№ п/ п	Варианты реализации функции	Показатели затрат					
		Расход материала		Трудоемкость		Энергозат раты	Суммарна я стоимость $\Sigma\gamma_i$
		Графи т	наполнит ель	Изготов ления	Эксплуатац ии		
		γ_1	γ_2	γ_3	γ_4	γ_5	
1	Изучаемый карандаш	3	1	1	3	1	9
2	Карандаш цанговый	2	1	1	2	1	7
3	Карандаш с дозированной подачей грифеля	1	1	1	1	1	5
4	Цельнографи- товый карандаш	4	4	4	4	4	20

Сравнение затрат на реализацию функции Φ_1

№ п/ п	Варианты реализации функции	Показатели затрат					
		Расход материала		Трудоемкость		Энергозат раты	Суммарна я стоимость $\Sigma\gamma_i$
		Основы γ_1	Прочие γ_2	Изготов ления γ_3	Эксплуатац ии γ_4		
1	Изучаемый карандаш	2	2	2	3	2	11
2	Карандаш цанговый	3	3	3	2	3	14
3	Карандаш с дозированно й подачей грифеля	4	4	4	1	4	17
4	Цельногра- фитовый карандаш	1	1	1	4	1	8

Сравнение затрат на реализацию функции Φ_2

№ п/ п	Варианты реализации функции	Показатели затрат					
		Расход материала		Трудоемкость		Энергозат раты	Суммарна я стоимость $\Sigma\gamma_i$
		Металл γ_1	Прочие γ_2	Изготов ления γ_3	Эксплуатац ии γ_4		
1	Изучаемый карандаш	2	2	2	4	4	14
2	Карандаш цанговый	3	3	3	2	3	14
3	Карандаш с дозированно й подачей грифеля	4	4	4	1	1	14
4	Цельногра- фитовый карандаш	1	1	1	3	2	8

Сравнение затрат на реализацию функции Φ_3

№ п/ п	Варианты реализации функции	Показатели затрат					
		Расход материала		Трудоемкость		Энергозат раты	Суммарна я стоимость $\Sigma \gamma_i$
		Краска	Растворит ель	Изготов ления	Эксплуатац ии		
		γ_1	γ_2	γ_3	γ_4	γ_5	
1	Изучаемый карандаш	1	1	1	1	1	5
2	Карандаш цанговый	1	1	1	1	1	5
3	Карандаш с дозированно й подачей грифеля	1	1	1	1	1	5
4	Цельногра- фитовый карандаш	1	1	1	1	1	5

Сравнение затрат на реализацию функции Φ_4

№ п/ п	Варианты реализации функции	Показатели затрат					
		Расход материала		Трудоемкость		Энергозат раты	Суммарна я стоимость $\Sigma \gamma_i$
		Краска	Наполнит ель	Изготов ления	Эксплуатац ии		
		γ_1	γ_2	γ_3	γ_4	γ_5	
1	Изучаемый карандаш	4	1	4	4	1	14
2	Карандаш цанговый	1	2	1	1	2	7
3	Карандаш с дозированно й подачей грифеля	1	3	1	1	3	9
4	Цельногра- фитовый карандаш	1	4	1	1	4	11

Сводная ведомость стоимости функций

Описание функции	Наименование соответствующего элемента	Наименование показателей затрат (оценки стоимости функций)	Единица измерения	Стоимость функции	
				минимально возможная	максимально допустимая
Ф ₀ Наносит графические изображения на плотном материале	Е ₀ – Пишущий элемент	γ ₁		1	3
		γ ₂		1	1
		γ ₃		1	1
		γ ₄		1	3
		γ ₅		1	1
				Σ = 5	Σ = 9
Ф ₁ Обеспечивает прочность пишущего элемента и удобство пользования	Е ₁ – Корпус	γ ₁		1	2
		γ ₂		1	2
		γ ₃		1	2
		γ ₄		1	3
		γ ₅		1	2
				Σ = 5	Σ = 11

Φ_2 Обеспечивает возможность контакта пишущего элемента с плотным матер- м	E_2 – Узел подготовки пишущего элемента к работе	γ_1 γ_2 γ_3 γ_4 γ_5		1 1 1 1 1 $\Sigma = 5$	2 2 2 4 4 $\Sigma = 14$
Φ_3 Обеспечивает правильный выбор характеристики карандаша и дает информацию о фирме- изготовителе	E_3 – Маркировка	γ_1 γ_2 γ_3 γ_4 γ_5		1 1 1 1 1 $\Sigma = 5$	1 1 1 1 1 $\Sigma = 5$
Φ_4 Защищает карандаш от вредного воздействия внешней среды	E_4 – Покрытие	γ_1 γ_2 γ_3 γ_4 γ_5		1 1 1 1 1 $\Sigma = 5$	4 1 4 4 1 $\Sigma = 14$

Выявление в изделии зон наибольшего сосредоточения затрат

1) Доля излишних и недостающих затрат

$$R_i = Q_i * P_i / 100,$$

где Q_i – относительные затраты на выполнение функции i -м элементом в процентах.

$$Q_i = \sum \gamma_i * 100 / C_{изд}.$$

Из сводной ведомости стоимости функций следует:

Для Φ_0 $\sum \gamma_i = 9$

Для Φ_1 $\sum \gamma_i = 11$

Для Φ_2 $\sum \gamma_i = 14$

Для Φ_3 $\sum \gamma_i = 5$

Для Φ_4 $\sum \gamma_i = 14$

$C_{изд} = 53$.

Ресурс P_i функции i -го элемента, реализующего свою функцию равен

$$P_i = (D_i - D_n) * 100\% / D_n.$$

Здесь D_i – срок службы i -го элемента (детали, узла, и т.п.);

D_n – нормативный (фактический) срок службы ТО.

Номинальный срок службы карандаша D_n принимаем, равным 1.

Карандашом нельзя пользоваться по прямому назначению, удерживая его в руках, в случае его укорачивания (до 20% его первоначальной длины). Поэтому назначаем $D_0 = 1,2$; $D_1 = 1,2$.

Срок службы узла подготовки пишущего элемента к работе (E_2 – индивидуальная точка) принимаем, равным $D_2 = 20$.
 Принимаем сроки службы элементов (E_3) и (E_4), выполняющих соответственно функции Φ_3 и Φ_4 равными 2-м срокам службы карандаша, т.е. $D_3 = 2$; $D_4 = 2$.
 Доли излишних и недостающих затрат

Обозначение функции	Срок службы D_i элемента E_i	Ресурс функции повышенный (+), пониженный (–) P_i , %	Относительные затраты на выполнение функции Q_i , %	Доля излишних (+) и недостающих (–) затрат R_i , %
Φ_0	1,2	20	17	34
Φ_1	1,2	20	21	42
Φ_2	20	1900	26	494
Φ_3	2	100	9	9
Φ_4	2	100	26	26

Выводы: Все функции, кроме Φ_3 , выполняются с существенной долей излишних затрат. Необходимо на них снизить затраты.

2) *Наибольшие относительные разности стоимости функций*

$$\Delta_{\text{отн}} = (\sum \gamma_i - \sum \gamma_{i \text{ min}}) * 100 / \sum \gamma_i$$

Из сводной ведомости стоимости функций:

Для Φ_0 $\sum \gamma_i = 9$

Для Φ_1 $\sum \gamma_i = 11$

Для Φ_2 $\sum \gamma_i = 14$

Для Φ_3 $\sum \gamma_i = 5$

Для Φ_4 $\sum \gamma_i = 14$

$\sum \gamma_i \min = 5$

Таблица наибольших относительных разностей стоимости функций

Описание функции	Наименование соответствующего элемента	Относительная разность стоимостей, %
Φ_2	E_2	64
Φ_4	E_4	64
Φ_1	E_1	55
Φ_0	E_0	44
Φ_3	E_3	0

Выводы: Все функции, кроме Φ_3 , выполняются с высокой относительной разностью стоимостей.

Общий вывод по обоим методам оценки зон сосредоточения затрат: Рекомендуется заняться функциями Φ_1 и Φ_2 снизив на них затраты, а также проработать функцию Φ_0 .

Е. Пример проведения функционально-экологического анализа ТО

Основная цель:

Освоение методики проведения функционально-экологического анализа ТО

Алгоритм проведения ФЭкоЛА ТО предусматривает проведение следующих этапов:

- Выявление функционального состава разрабатываемого ТО с учетом стадий его производства и эксплуатации.
- Производство: Разработка технической документации; выбор заготовок, инструмента, оснастки, оборудования; изготовление деталей, запасных частей; сборка и отладка ТО (ресурсообеспечение; производство; утилизация отходов производства).
- Эксплуатация: Нормативное использование ТО по главным, основным и вспомогательным функциям элементов ТО; выявление причин отказов ТО; ремонт (нормативная эксплуатация; утилизация отходов эксплуатации).
- Построение схемы функционально-экологических связей разрабатываемого ТО с внешней средой с выявлением необходимых внешних ресурсов и отходов производства и эксплуатации.
- Разработка схемы ресурсосберегающего конструирования ТО с учетом прогнозирования вариантов использования вторичных ресурсов имеющихся технических систем и отходов разрабатываемого ТО.

- Проведение предварительной оценки разрабатываемого ТО по критериям: использования вторичного ресурса $P_{вт}$, использования отходов его производства и эксплуатации $K_{исп}$ и переработки неиспользованных отходов $Y_{пер}$.
- Разработка предложений по предотвращению невосполнимого экологического урона окружающей среде при производстве и эксплуатации ТО.

Пример выполнения функционально-экологического анализа ТО.

Продолжим пример, рассмотренный по проведению ФСА изделия «карандаш».

Проведем его функционально-экологический анализ, исходя из функций и элементов, отражающих его нормативное использование и утилизацию (табл.1).

Таблица 1

Элемент		Функция эксплуатации	
Обозначение	Наименование	Обозначение	Описание
E_0	Пишущий элемент	Φ_0 Главная	Наносит графические изображения на материале. Обеспечивает утилизацию отходов.
E_1	Корпус	Φ_1 Основная	Обеспечивает прочность пишущего элемента и удобство пользования. Обеспечивает утилизацию отх.

E ₂	Узел подготовки пишущего элемента к работе	Φ ₂ Основная	Обеспечивает возможность контакта пишущего элемента с материалом. Обеспечивает утилизацию отходов.
E ₃	Маркировка	Φ ₃ Вспомогательная	Обеспечивает правильный выбор характеристики карандаша и дает информацию о фирме-изготовителе. Обеспечивает утилизацию отходов.
E ₄	Покрытие	Φ ₄ Вспомогательная	Защищает карандаш от вредного воздействия внешней среды, обеспечивает красивый внешний вид. Обеспечивает утилизацию отходов.

Для производства элементов и сборки карандаша в стадии изготовления можно выделить следующие функции (табл.2):

Таблица 2.

Элемент		Функция производства	
Обозначение	Наименование	Обозначение	Описание
E ₀	Пишущий элемент	Φ ₀ Главная	Заготовительная. Изготовление пишущего элемента. Утилизация отходов.
E ₁	Корпус	Φ ₁ Основная	Заготовительная. Изготовление половин корпуса. Утилизация отходов. Сборочная.
E ₂	Узел подготовки пишущего элемента к работе	Φ ₂ Основная	Заготовительная. Изготовление деталей. Сборочная. Утилизация отходов.
E ₃	Маркировка	Φ ₃ Вспомогательная	Заготовительная. Нанесение маркировки. Утилизация отходов.
E ₄	Покрытие	Φ ₄ Вспомогательная	Заготовительная. Нанесение покрытия. Утилизация отходов.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ВАРИАНТОВ КАРАНДАША

Сравнение вариантов реализации функции Φ_i по критериям использования вторичного ресурса $P_{вт}$, использования отходов его производства и эксплуатации $K_{исп}$ и переработки неиспользованных отходов $Y_{пер}$ (табл.3).

Таблица 3.

№ п/ п	Опис ание функ ции	Ва риа нт за го тов ки	Вторичные Р _{вт} = ресурсы / Ресурсы					Используемые К _{исп} = отходы / Отходы				Переработка неиспользуемых отходов, Y _{пер}			Обоб щен ный показа тель, Σα _i + Σβ _к + Σγ _j
			материал		ресу рс экос исте мы α ₃	эне рги я α ₅	Су мм а Σα _i	материал		энер гия β ₃	Сум ма Σβ _к	Са- мора спад γ ₁	Деят ельн ость чело века γ ₂	Су мм а Σγ _j	
			m ₁	m ₂				m ₁	m ₂						
			α ₁	α ₂				β ₁	β ₂						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Φ ₀	К. уго ль	0		0	0	0	0,1		0	0,1	0	0	0	0,1
		От ход эл.- тех	0,5		0,5	0,5	1,5	0,1		0	0,1	0	0	0	1,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	Φ_1	Ле с	0		0	0	0	0,1		0	0,1	1		1	1,1
		От ход ме бел	0,5		0,5	0,5	1,5	0,1		0	0,1	1		1	2,6
3	Φ_2	Ру да	0		0	0	0	0,1		0	0,1	0,5	0,2	0,7	0,8
		От ход инс тр.	0,5		0,5	0,5	1,5	0,1		0	0,1	0,5	0,2	0,7	2,3
4	Φ_3	Не фт.	0		0	0	0	0		0	0	0,5	0,2	0,7	0,7
		От ход л.- кр.	1		1	0,5	2,5	0		0	0	0,5	0,2	0,7	3,2
5	Φ_4	Не фт.	0		0	0	0	0		0	0	0,5	0,2	0,7	0,7
		От ход л.к.	1		1	0,5	2,5	0		0	0	0,5	0,2	0,7	3,2

Рассчитав обобщенный показатель $\Sigma\alpha_i + \Sigma\beta_k + \Sigma\gamma_j$ для каждой функции карандаша, заполняют сводную ведомость (табл. 4), в которую заносят лучший из рассматриваемых вариантов заготовки каждого элемента, т.е. имеющий максимальное значение.

Таблица 4.

Сводная ведомость по функциям карандаша			
Описание функции	Наименование соответствующего элемента	Показатель оценки функции	
		возможный $\Sigma\alpha_i + \Sigma\beta_k + \Sigma\gamma_j$	максимально допустимый $(\Sigma\alpha_i + \Sigma\beta_k + \Sigma\gamma_j)_{\max}$
Φ_0	E_0	1,6	7
Φ_1	E_1	2,6	7
Φ_2	E_2	2,3	7
Φ_3	E_3	3,2	7
Φ_4	E_4	3,2	7

На основании сводной ведомости формируется таблица экологического анализа (табл.5). В ней размещают функции карандаша в порядке убывания относительных значений обобщенного показателя экологического анализа $(\mathcal{E}_{\text{отн}})_i$:

$(\mathcal{E}_{\text{отн}})_i = [(\Sigma\alpha_i + \Sigma\beta_k + \Sigma\gamma_j)_{\max} - (\Sigma\alpha_i + \Sigma\beta_k + \Sigma\gamma_j)] * 100 / (\Sigma\alpha_i + \Sigma\beta_k + \Sigma\gamma_j)_{\max}$.
 Максимальное значение $(\Sigma\alpha_i + \Sigma\beta_k + \Sigma\gamma_j)_{\max} = i + k + j$.

Предпочтительным следует считать вариант ТО с минимальным обобщенным показателем. Предельная его сумма может достигать значения, равного 0.

Таблица 5.

Относительные значения обобщенного показателя экологического анализа функций
карандаша

Описание функции	Наименование соответствующего элемента	Относительные значения обобщенного показателя экологического анализа, %
Φ_0	E_0 Пишущий элемент	$(\mathcal{E}_{отн})_0 = 77$
Φ_2	E_2 Узел подготовки пишущего элемента к работе	$(\mathcal{E}_{отн})_2 = 67$
Φ_1	E_1 Корпус	$(\mathcal{E}_{отн})_1 = 63$
Φ_3	E_3 Маркировка	$(\mathcal{E}_{отн})_3 = 54$
Φ_4	E_4 Покрытие	$(\mathcal{E}_{отн})_4 = 54$

По результатам таблицы разрабатывают предложения по усовершенствованию карандаша с позиций экологии. Наибольшее внимание следует уделить функциям с максимальными значениями относительного обобщенного показателя экологического анализа $(\mathcal{E}_{\text{отн}})_i$, то есть функциям Φ_0 , Φ_2 , Φ_1 .

Ж. ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ КОНТРОЛЬНАЯ КАРТА «РАБОЧЕЕ МЕСТО»

Физическая нагрузка

А1. Является ли рабочее место достаточно просторным?

Б1. Что является причиной недостатка производственной площади:

—использование этой площади другими работниками (хотя бы временно);

—малое расстояние до других машин;

—выступающие части машин?

А2. Обеспечивает ли расположение приборов, предметов обработки и органов управления удобное положение человека при работе?

А3. Допускает ли размещение перечисленных элементов работу сидя?

А4. Находится ли рабочая плоскость на удобной высоте с учетом рабочего положения и расстояния до глаз?

Б2. Если работа выполняется сидя, есть ли место для ног?

Б3. От чего зависит неудобное положение при работе: от машины, обрабатываемых - предметов, инструментов или органов управления?

Б4. Нет ли какого-либо другого удобного для работы положения?

А5. Соответствует ли рабочая поверхность предъявляемым требованиям по твердости, эластичности, цвету, гладкости и т. п.?

А6. Позволяет ли размещение приборов, обрабатываемых предметов (деталей), органов управления осуществлять управление машиной с помощью рук или ног?

Б5. Не возникают ли статические напряжения из-за неудобного расположения органов управления?

Б6. Размещены ли инструменты и детали в пределах оптимального радиуса действия?

- Б7. Размещены ли органы управления в пределах досягаемости с учетом положения тела при работе?
- Б8. Правильно ли размещены ручки и рукоятки с учетом требуемых для их перемещения усилий и движений?
- Б9. Соответствует ли расположение приборов, деталей, органов управления последовательности и частоте выполнения операций?
- А7. Обязательно или желательно управление машиной с помощью педалей?
- Б10. Удобны ли конструкция, расположение и размер педалей?
- Б11. Удалось ли исключить из конструкции машины педали, если работа выполняется стоя, и не превышает ли их количество двух при работе сидя?
- Б12. Если работа выполняется стоя и обязательно использование педалей, должен ли работник при этом стоять все время на той же ноге? Возможно ли управление машиной поочередно с помощью обеих ног?
- Б13. Могут ли использоваться педали при работе сидя? Можно ли нажимать на педаль поочередно то одной, то другой ногой?
- Б14. Возможно ли изменить положение или отдохнуть при работе сидя при пользовании одной или несколькими педалями?
- Б15. Соответствует ли тип педалей требуемой силе нажатия, их расположению и числу движений?
- Б16. Правильно ли подобрано требуемое усилие нажатия на педаль?
- А8. Обязательно ли управление машиной с помощью ножных кнопок?
- Б17. Правильно ли подобрано требуемое усилие нажатия на ножные кнопки?
- Б18. Может ли быть применено нажатие на кнопку носком обуви вместо пятки?

- А9. Обязательно или желательно нажатие кнопок руками (пальцами) при ручном управлении?
- Б19. Достаточно ли поверхность кнопок (соответствует ли она размерам пальцев)? Не слишком ли глубоко следует вдавливать кнопки? Не слишком ли гладкую поверхность имеют кнопки?
- Б20. Не слишком ли мало требуемое усилие нажатия на кнопку, чтобы избежать ошибки? Не слишком ли велико требуемое усилие в аварийной ситуации?
- А10. Соответствуют ли форма, величина и материал органов ручного управления прилагаемому усилию?
- А11. Допустимы ли прилагаемые усилия с точки зрения физиологии?
- Б21. Можно ли уменьшить прилагаемое усилие посредством уменьшения веса предметов, с которыми производятся манипуляции; применения противовесов; вспомогательных электрических, гидравлических или пневматических устройств; подъемников; кранов, тележек, тачек?
- Б22. Можно ли уменьшить прилагаемое усилие посредством изменения направления усилий; использования более развитых групп мышц; ограничения времени сокращения мышц?
- Б23. Применяются ли рукоятки достаточно часто?
- Б24. Правильно ли организована транспортировка предметов обработки (деталей) с точки зрения их движения и остановки (используются ли гравитационные питатели, желоба и т. п.)?
- Б25. Допустимы ли с точки зрения физиологии движений усилия, требуемые для перемещения органов управления?

Б26. Действительно ли необходимо приложение значительного усилия? Размещены ли органы управления таким образом, чтобы их обслуживание исключало напрасное расходование сил и ненужное статическое напряжение?

А12. Имеются ли соответствующие сиденья и опоры, исключающие необходимость работы стоя?

Б27. Отвечает ли опора или сиденье размерам работника; требованиям гигиены к обивочным материалам; удобному положению спины; высоте рабочей поверхности; потребностям регулировки (возможности регулирования); возможности работы стоя; изменениям положений при работе?

Б28. Необходимо ли сиденье, позволяющее регулировать его высоту?

Б29. Желательно ли использование стола с одной центральной опорой?

А13. Обязательна ли подставка для ног?

Б30. Имеется ли соответствующая опора для ног?

Б31. Имеется ли место, чтобы установить опору для ног?

Б32. Удобна ли опора для ног с точки зрения положения, размеров, наклона площади?

А14. Обязательны ли опоры для локтей, предплечий, рук или спины?

Б33. Соответствуют ли эти опоры положению при работе, размерам человека, потребностям регулирования, требуемой площади?

А15. Насколько соответствует предъявляемым требованиям пол производственного помещения?

Б34. Соответствует ли пол следующим требованиям:

—достаточно ли трение между полом, с одной стороны, и опорами, подошвами, инструментами, деталями — с другой;

- имеет ли он требуемый наклон;
- достаточно ли он ровный;
- достаточно ли он твердый, упругий?
- A16. Применяются ли ручные инструменты?
- B35. Правильно ли выбран вес инструмента? Не слишком ли он тяжелый или легкий?
- B36. Обеспечивают ли инструменты для точных работ достаточную поверхность соприкосновения с рукой?
- B37. Имеет ли рабочая часть инструмента необходимые размеры и форму?
- B38. Соответствует ли длина рукоятки требованиям выполняемой работы в предусмотренное рабочее положение?
- B39. Достаточно ли удобна рукоятка?
- B40. Правильно ли выбрана поверхность инструмента с точки зрения трения между инструментом и рукой?
- B41. Правильно ли она выбрана с точки зрения теплоотвода?
- B42. Могут ли быть различные инструменты объединены в один общий?
- B43. Исключает ли длина инструмента дрожание руки или хотя бы снижает такое дрожание (при точных ручных работах)?
- B44. Предусмотрено ли для инструментов строго определенное место?
- A17. Используются ли бункеры, кассеты и т. п. соответствующего веса и размера; соответствуют ли они требованиям техники безопасности?
- A18. Может ли скорость машины регулироваться в зависимости от возможности исполнителя?
- A19. Учитывается ли время выполнения работы?

A20. Обеспечивает ли конструкция машины удобство обслуживания и ремонта (доступность, степень риска, освещения т. п.)?

A21. Существует ли опасность ожогов?

A22. Приложено ли какое-либо постоянное или периодическое усилие к какой-либо части тела?

A23. Требуется ли по условиям работы применение индивидуальных средств защиты (спецодежда, обувь, перчатки, очки, шлемофоны, защитные щитки)?

Б45. Препятствует ли применение индивидуальных средств защиты сбору информации?

Б46. Мешают ли средства индивидуальной защиты выполнению движений или работе?

A24. Являются ли машины причиной значительной вибрации?

Б47. Насколько ощутима вибрация?

Б48. Влияет ли вибрация на выполнение работ?

Б49. Существуют ли неудобства в связи с постоянной или периодической вибрацией?

Психическая нагрузка.

1. Органы зрения

A25. Предъявляет ли данный вид работы высокие требования к органам зрения?

A26. Требуется ли для выполнения данной работы высокая освещенность?

A27. Обязательно ли наличие общего искусственного освещения?

A28. Обязательно ли наличие местного искусственного освещения?

A29. Требуется ли выполняемая работа попеременного пребывания в местах с различной степенью освещенности?

А30. Достаточно ли четко можно распознать предметы, учитывая непостоянство дневного освещения, блики и т. п.?

Б50. Каков уровень освещенности при естественном освещении: хороший, удовлетворительный, неудовлетворительный; при искусственном освещении: хороший, удовлетворительный, неудовлетворительный?

Б51. Не приводит ли искусственное освещение к нежелательным последствиям: мерцанию, стробоскопическому эффекту?

А31. Каково различие в яркости (контрастность) между объектом и фоном' (окружением): большое, среднее, незначительное?

Б52. Отвечают ли требованиям контрастности цвет, поверхность, расположение предметов, машин, деталей?

Б33. Каково различие яркостей при естественном и искусственном освещении: малое, среднее, большое?

А32. Существует ли возможность ослепления на рабочем месте или вблизи него?

Б54. Что может являться причиной ослепления: открытые источники света; отражение света от поверхности или деталей машин; окна; другие предметы?

А33. Существуют ли какие-либо специальные требования к цветам предметов?

Б55. Соответствуют ли цвета при естественном и искусственном освещении выполняемой работе; желаемой контрастности; аварийной сигнализации; цвету источника света?

А34. Каков размер предметов, которые следует различать: очень мелкие, мелкие, крупные?

А35. Перемещаются ли (и если перемещаются, то как – медленно или быстро) различаемые предметы?

А36. Соответствует ли расположение приборов, предметов обработки, органов управления и т. п. требованиям хорошей обзорности?

- A37. Требуется ли при этом аккомодация?
- A38. Размещены ли органы управления на оптимальном расстоянии в поле зрения?
- A39. Размещены ли аварийные сигналы в центре поля зрения и обращают ли они на себя внимание?
- A40. Может ли работник видеть одновременно саму обрабатываемую деталь и ближайшие к ней окружающие предметы?
- A41. Достаточно ли расстояние от глаз до предметов?
- A42. Обязательно ли наблюдение за предметами одновременно обоими глазами?
- A43. Желательно ли применение вспомогательных оптических устройств?
- B56. Соответствуют ли вспомогательные оптические устройства требованиям в отношении поля зрения, собственных размеров, фокусного расстояния, степени увеличения?

2. Органы слуха

- A44. Предъявляет ли данная работа высокие требования к органам слуха?
- B57. Какого типа звуковые сигналы применяются на данном производстве?
- A45. Требуется ли речевая связь между людьми при выполнении данной работы?
- A46. Затруднена ли речевая связь из-за высокого уровня шумов в рабочем помещении?
- A47. Могут ли быть звуковые сигналы легко обнаружены при обычном шуме в помещении?
- A48. Требуется ли работа пониженного уровня шумов?
- A49. Легко ли различить звуковые сигналы, несущие различную информацию?
- A50. Как звуковые сигналы физиологически воздействуют на человека?
- B58. Можно ли различить звуковые сигналы по времени действия, частоте, уровню громкости, последовательности звуков?

3. Другие органы чувств

- A51. Предъявляет ли данная работа высокие требования к органам осязания?

A52. Легко ли отличить различные детали, ручки и инструменты друг от друга с помощью органов осязания?

A53. Можно ли распознать детали, ручки и инструменты по их положению?

A54. Предъявляет ли данная работа высокие требования к органам равновесия?

A55. Предъявляет ли данная работа высокие требования к способности определять удаление (глубину) предметов?

A56. Предъявляет ли данная работа высокие требования к органам обоняния?

4. Приборы, средства сигнализации

A57. Используются ли панели для размещения приборов и средств сигнализации?

A58. Достаточно ли четко видны шкалы приборов?

A59. Легко ли найти требуемый прибор?

A60. Легко ли отличить один прибор от другого?

а) Читаемость

Б59. Достаточно ли легко читаются показания приборов?

Б60. Правильно ли построены шкалы приборов, нельзя ли их упростить.

Б61. Соответствуют ли буквы, цифры, деления требованиям четкого считывания показаний с рабочего расстояния?

Б62. Позволяет ли стрелка легко считывать нужные цифры?

Б63. Правильно ли сконструирована стрелка, не возникает ли дополнительная погрешность из-за параллакса?

Б64. Имеет ли яркостный контраст между указателем, панелью и фоном оптимальное значение?

Б65. Не препятствует ли считыванию показаний блеклость, вызванная источниками света?

Б66. Можно ли избежать установки козырьков над осветительными устройствами?

Б67. Удалось ли избежать теней от стрелок, а также от обрамления приборов и органов управления?

Б68. Останется ли расстояние, на котором считываются показания, в пределах -WO см, если во время считывания показаний необходимо воздействовать на органы управления?

Б69. Вызывает ли характер размещения делений на шкале погрешности при считывании показаний?

и) Группировка

Б70. Возможно ли размещение приборов различного вида в разных плоскостях?

Б71. Могут ли быть разделены специфические группы приборов с помощью интервалов или цветов?

Б72. Идентичны ли деления шкал различных приборов?

Б73. Достаточно ли близко расположены приборы от соответствующих органов управления?

Б74. Расположены ли наиболее важные приборы и приборы, с которых чаще всего приходится считывать показания, оптимально в поле обзора?

Б75. Сгруппированы ли наиболее часто используемые приборы вместе в оптимальной зоне поля обзора?

в) Размещение

Б76. Правильно ли и одинаково ли расположены органы управления и распределительные щиты на однотипных машинах?

Б77. Требуется ли считывание показаний прибора ненужного поворота головы или тела?

Б78. Соответствуют ли размеры приборных и сигнальных щитов предъявляемым к ним требованиям с точки зрения работы сидя, зоны действия рук и направления взгляда?

г) Точность и скорость

Б79. Соответствует ли точность приборов требуемой точности показаний? Б80. Снижены ли ошибки до минимально возможной величины за счет правильного выбора приборов?

Б81. Снижено ли до возможных пределов время запаздывания показаний приборов?

Б82. Применяются ли приборы с десятичными шкалами (при непосредственном отсчете) для получения требуемой точности отсчета или установки заранее заданных значений параметров?

Б83. Имеется ли передвигаемая вручную стрелка для обозначения заданного значения параметра, чтобы легче было определить степень его отклонения?

Б84. Является ли прибор наиболее простым с точки зрения получения необходимой информации? Могут ли быть использованы цветные зоны на шкале вместо цифр или делений, если данная информация имеет значение только для качественного контроля параметра?

Б85. Предусмотрена ли в приборах сигнализация их неисправности?

д) Соответствие

Б86. Соответствует ли расположение приборов необходимо!! по технологии последовательности считывания показаний?

Б87. Имеют ли приборы в рабочем положении одинаковую направленность перемещения стрелок (горизонтальное или вертикальное)?

Б88. Имеет ли направление перемещения стрелки на всех приборах одинаковый смысл?

Б89. Одинаково ли расположены приборы на щитах и распределительных досках, служащих для аналогичных целей?

е) Органы управления

Б90. Возможно ли избежать применения поворотных выключателей, положения которых отличаются на 180°?

Б91. Можно ли по положению органов управления быстро определить имеющуюся ситуацию (например, «Включено», «Выключено»)?

Б92. Не закрывает ли рука при перемещении органа управления шкалу прибора?

Б93. Возможна ли сигнализация отключенного состояния посредством применения сигнала «Стоп»?

Б94. Можно ли улучшить опознание органов управления, использовав различия в форме, цвете, размерах?

МЕТОДЫ РАБОТЫ

Физическая нагрузка

А61. Связано ли выполнение работы с большой физической нагрузкой?

А62. Большое или малое количество мышц напряжено при выполнении данной работы?

А63. Связана ли данная работа с бессмысленной физической нагрузкой?

Б95. Возможно ли в этом случае выполнение дополнительных заданий?

А64. Выполняется ли работа сидя, стоя, требует ли она перехода с места на место или необходимости работать попеременно в нескольких положениях?

А65. Существуют ли при выполнении данной работы моменты, когда требуются предельные напряжения?

Б96. Если это так, то

—как часто они наступают и как долго длятся;

—удобно ли рабочее положение;

могут ли быть нагрузки (степень нагрузки, длительность ее воздействия и число случаев) уменьшены посредством применения технических средств?

А66. Требуется ли при выполнении работы поднятие грузов или их перемещение

Б97. Если груз должен быть поднят или передвинут, то – каков его нормальной вес;

- нужно ли поднимать его с уровня пола;
- можно ли поднимать его в удобном положении;
- свободны ли пути, по которым он передвигается, от помех?
- A67. Какой характер носит физическая нагрузка — динамический или статический?
- A68. Какие группы мышц воспринимают основную физическую нагрузку: мышцы плеч, ног, шеи, позвоночника, мелкие мышцы рук, пальцев?
- A69. Малые или большие группы мышц воспринимают статическую нагрузку при удерживании детали (материала) или инструмента?
- A70. Большие ли группы мышц воспринимают статическую нагрузку при выполнении работы?
- A71. Соответствует ли положение тела при работе нагрузке на различные группы мышц?
- A72. Возможно ли изменение положения тела при работе?
- A73. Предполагает ли работа правильное чередование работы и отдыха, а также динамических и статических видов нагрузки.
- A74. Требуют ли дополнительные операции, необходимые при выполнении работ, изменения в нагрузке мышц?
- A75. Правильна ли структура движений?
- Б98. Обеспечена ли достаточная свобода движений
- Б99. Существуют ли при данном способе работы ненужные движения?
- Б100. Желательно ли и возможно ли упрощение движений?
- Б101. Симметричны ли движения?
- Б102. Ритмичны ли движения?
- Б103. Используются ли попеременно левая и правая рука (нога, ступня), если симметричные движения невозможны?

- Б104. Правильно ли выбраны направления движений, точки приложения усилий и величина перемещения с учетом необходимой величины усилия, точности, времени, координации движений и стремления избежать статических нагрузок?
- Б105. Не требуются ли при выполнении работы чрезмерные усилия в суставах?
- Б106. Могут ли быть напряженные движения заменены свободными?
- Б107. Можно ли упростить одновременные движения правой и левой руки, если
—правильно разместить источники информации;
—соответствующим образом расположить органы управления?
- Б108. Можно ли избежать резких изменений направлений движения?
- Б109. Рационально ли используется кинетическая энергия?
- Б110. Исключена ли возможность потерь кинетической энергии?
- Б111. Укладываются ли последовательные движения в привычный стереотип?
- Б112. Образуют ли операции точно скоординированную систему движений?
- БПЗ. Желательно ли и возможно ли создание более стабильного стереотипа?
- Б114. Существует ли сочетание движений, требующее одновременно точности и приложения большого усилия?
- А76. Требуется ли при осуществлении движения большое физическое усилие?
- Б115. Может ли быть ограничена группа мышц, действующих при выполнении данной работы, если будут применены опоры?
- Б116. Правильно ли выбрана последовательность сокращения мышц?
- А77. Можно ли исключить перемещение центра тяжести и поворот тела?
- А78. Существует ли строго предписанная последовательность движений?
- Психическая нагрузка**

А79. Существует ли соответствие между перемещением органов управления и вызываемыми ими эффектами?

Б117. Всегда ли выполняемым движениям соответствует привычный эффект: вперед — открытие, движение вперед, больше, +; влево — закрытие, движение налево, меньше, —; назад — закрытие, движение назад, меньше, —; вправо — открытие, движение направо, больше, +.

Б118. Соответствует ли расположение информационных приборов размещению ручек, рукояток и т. п.?

А80. Требуется ли работа большой точности движений?

Б119. Если такая точность требуется по условиям технического процесса, позволяют ли органы управления ее осуществить?

Б120. Соответствуют ли инструменты необходимой точности движений?

А81. Следует ли перед началом работы получить необходимые дополнительные данные?

А82. Необходимо ли пользоваться таблицами, карточками и т. п.? Дает ли их применение ожидаемые результаты?

А83. Необходимо ли перед началом работ сравнивать некоторые данные?

А84. Следует ли при выполнении данной работы строго придерживаться рекомендуемых действий или они могут быть произвольными?

А85. Обязательно ли оценивать данные?

А86. Существуют ли эталоны изделия и регулярно ли они используются для сравнения?

А87. Доставляются ли монтируемые детали в той последовательности, которая необходима для их монтажа?

Б121. Действительно ли подбор, подгонка и монтаж деталей могут быстро и точно выполняться с помощью одних только органов осязания?

- A88. Легко ли перепутать сигналы?
- Б122. Может ли ошибка в восприятии сигналов привести к серьезным последствиям?
- A89. Можно ли ошибиться при выборе оснастки и изделия?
- Б123. Может ли ошибка при этом иметь серьезные последствия?
- A90. Можно ли ошибиться при выполнении движений?
- Б124. Может ли ошибка при этом иметь серьезные последствия?
- A91. Означают ли сигналы всегда одно и то же?
- A92. Размещены ли органы управления в последовательности, соответствующей порядку выполнения рабочих операций?
- A93. Легко ли могут быть опознаны органы управления по своей форме, размерам, обозначениям, цвету в нормальных условиях и в аварийных ситуациях?
- A94. Размещены ли органы управления как можно ближе к соответствующим источникам информации?
- A95. Пользуются ли работники своей, неофициальной, системой сигналов? Б125. Вызывают ли эти сигналы такое же или даже большее доверие к себе, чем официальные сигналы, или же работники применяют их потому, что они более понятны?
- Б126. Если работники предпочитают более простые для понимания сигналы, даже если они и менее достойны доверия, то не означает ли это, что официальная система сигнализации должна быть улучшена?
- A96. Достаточно ли быстро работник получает информацию (количественную и качественную), касающуюся протекания производственного процесса?
- A.97. Возможна ли организация перерывов в работе при проведении контрольных операций?
- A98. Доступна ли эта работа для пожилых людей с учетом темпа; требований, предъявляемых к органам зрения; кратковременной памяти?

- A99. Являются ли данные, необходимые для выполнения работы, ясными, однозначными и достоверными?
- A100. Все ли эти данные необходимы при выполнении работы?
- A101. Не превышает ли количество информации возможностей человека, не слишком ли обременяет его?
- A102. Если какой-либо анализатор чрезмерно перегружен, может ли быть нагрузка сделана более равномерной?
- A103. Существует ли вероятность того, что темп поступления информации недостаточно загружает работника?
- Б127. Приходится ли работнику воспринимать сигналы в то время, когда он занят контролем производственного процесса?
- Б128. Различаются ли устройства сигнализации, дающие разную информацию, более чем одним параметром?
- Б129. Не слишком ли детализирована информация?
- Б130. Должна ли храниться полученная информация более нескольких секунд?
- Б131. Не длится ли важный сигнал менее одной секунды?— Повторяются ли сигналы? Воздействуют ли они на различные органы чувств?
- Б132. Длится ли напряжение внимания более 20 мин, если сигнал может поступить в любое время; если сигнал может поступить не чаще чем 4 раза в течение получаса?
- Б133. Возможно ли уменьшение числа сигналов в единицу времени, числа сигналов от одного источника, числа источников сигналов?
- A104. Правильно ли выбран способ восприятия сигнала (опасность — слух; нормальное протекание процессов—зрение; идентификация органов управления — осязание)?
- Б134. Выдаются ли срочные сигналы в виде звуковых?

- Б135. Желательно ли заменить оптические сигналы какими-либо другими?
- Б136. Имеют ли сигналы общепринятое значение (например, красный цвет — опасность)?
- А105. Возможно ли одновременное появление сигналов от разных источников?
- Б137. Целесообразно ли выделить (если это необходимо) предпочтительные (главные) сигналы?
- А106. Имеют ли главные сигналы более высокую предупредительную ценность?
- Б138. Имеет ли критическая информация предупредительную ценность?
- Б139. Имеются ли редко возникающие сигналы, несущие весьма важную информацию? Имеют ли они более высокую ценность по сравнению с другими сигналами?
- Б140. Складывается ли информация, воспринимаемая одновременно, более чем из пяти одинарных элементов?
- А107. В течении какого времени поступают идентичные или подобные сигналы и как часто они повторяются?
- А108. Возможны ли различные реакции при появлении одного и того же сигнала, когда наиболее вероятна лишь одна из них?
- Б141. Может ли быть работник сразу же проинформирован о результатах неправильной реакции на сигнал?
- Б142. Насколько существенны последствия неправильной реакции?
- А109. Все ли факторы, необходимые для правильного принятия решения, сообщаются работнику в соответствующее время и в правильной последовательности?
- Б143. Может ли быть выдана неоднозначная или приводящая к ошибкам информация?
- А110. Предусмотрено ли в рабочем цикле время, необходимое для принятия решения, и время для выполнения этого решения?

A111. Предусмотрена ли возможность быстрой обратной связи между корректирующим воздействием и обслуживаемой системой?

Окружающая среда.

1. Микроклимат

A112. Протекает ли работа в условиях теплового комфорта?

A113. Если работа протекает в условиях теплового дискомфорта, то чем это вызвано: температурой воздуха, влажностью, движением воздуха, тепловым излучением?

Б144. Выполняется ли работа при граничных температурах (предельно высокая или предельно низкая температура)?

Б145. Если работа выполняется вне области комфорта, соответствует ли время работы и перерывов допустимому времени работы в горячей или холодной зоне?

Б146. Обеспечивает ли система отопления стабильность температуры на рабочем месте?

Б147. Какова предельная температура воздуха в производственном помещении зимой и летом?

Б148. Какова предельная влажность воздуха в производственном помещен;!,! зимой и летом?

Б149. Существует ли тепловое излучение, влияющее на работника, и может ли оно быть причиной неприятного или опасного перегруза?

Б150. Расположено ли рабочее место вблизи от горячих или холодных поверхностей?

Б151. Если существует охлаждающий эффект в результате движения воздуха, не является ли он неприятным или чрезмерным?

Б152. Существуют ли средства защиты против дискомфорта, возникающего как следствие климатических условий?

Б153. Не препятствуют ли эти предохранительные средства выполнению работы?

A114. Не подвержены ли люди в течение рабочего дня влиянию быстрых изменений климатических условий?

Б154. Являются ли быстрые изменения климатических условий следствием производственных процессов?

2. Шум

A115. Вреден ли для работников шум на рабочем месте и влияет ли он на протекание рабочего процесса?

A116. Существует ли вероятность потери слуха вследствие воздействия шума?

Б156. Каковы уровень громкости и спектр шума?

Б157. Постоянна ли основная высота звуков или эта величина изменяется?

Б158. Постоянны или переменны интенсивность и спектр шума?

Б159. Где находится источник шума: за пределами завода, на заводе, в соседних цехах, в данном цехе?

Б160. Является ли источником шума работа с материалом, производят ли его инструменты или источником шума является машина?

Б161. Используются ли соответствующие звукоизоляционные или звукопоглощающие материалы?

Б162. Имеют ли источники шума соответствующую звукоизоляцию?

Б163. Используются ли у источника шума соответствующие шумопоглощающие технические средства?

Б164. Расположены ли машины, создающие наибольший уровень шумов, как можно дальше от работника?

3. Другие вредные факторы

A117. Связано ли производство с выделением неприятных или вредных для работника видов энергии (ультракоротковолновое излучение, ионизирующее излучение и т. п.)?

A118. Существует ли вероятность вредного воздействия химических веществ или пыли?

Б165. Являются ли они только неприятными или представляют опасность для здоровья?

Б166. Осязательно ли использование технических средств защиты против вредного воздействия химических веществ и пыли, и применяются ли они?

A119. Является ли обязательным применение индивидуальных средств защиты на данном рабочем месте?

Организация труда

A120. Сменная ли данная работа?

Б167. Выполняется ли данная работа в две смены; в три смены, в четыре смены, по скользящему сменному графику?

A121. Какова нормальная продолжительность работы в течение дня и за неделю?

A122. Как оплачиваются плановые перерывы?

A123. Каково количество сверхурочных часов ежедневно и в течение недели?

A124. Включены ли перерывы для отдыха в график выполнения работы?

Б168. Насколько длительны эти перерывы?

Б169. Как они распределены в течение рабочего дня?

Б170. Позволяет ли технологический процесс осуществлять произвольные перерывы?

A125. Является ли предлагаемый темп работы обязательным?

Б171. Учтено ли при организации труда изменение темпа работы?

Б172. Является ли темп работы произвольным или работник должен приспособлять его к машине? Вынуждает ли система оплаты поддерживать определенный темп работы?

Б173. Является ли темп работы, навязанный машиной или конвейером, обязательным или можно менять его за счет имеющихся ресурсов?

Б174. Если темп работы задан, согласована ли скорость машины с заданным темпом или с произвольным темпом, предложенным работником, сообразуется ли она с естественными изменениями или задана однозначно?

Б175. Подбираются ли исполнители с учетом, как переменного темпа работы, так и скорости ее выполнения?

Б176. Подбираются ли отдельные исполнители на конвейере в соответствии с этими критериями, учитывая, что один исполнитель ограничивает производительность другого?

Б177. Имеются ли у конвейера свободные площади, позволяющие хранить запасы?

Б178. Допускается ли увеличение времени перерывов (строго ли задано отношение времени работы к полному времени выполнения операции)?

А126. В какой степени можно изменить нагрузку за счет изменения предусмотренного порядка операций или разделения отдельных операций?

Рабочая и полная нагрузка

А127. Является ли данная физическая работа легкой, средней тяжести, тяжелой?

Б179. Какова в среднем частота пульса при длительной работе: менее 90 ударов в минуту; 90—100; 130; более 130 ударов в минуту?

Б180. Каково в среднем число вдохов при длительной работе: менее 15 вдохов в минуту; 15—30; более 30 вдохов в минуту?

Б181. Какова величина энергетических затрат в течение суток?

Б182. Какова средняя величина энергетических затрат?

Б183. При кратковременной работе (с максимальной нагрузкой) указать частоту пульса через 15 с после окончания работы.

Б184. Успевают ли частота пульса прийти в норму в период между максимальными нагрузками?

А128. Вызывает ли работа постоянное значительное потоотделение? • А129. Можно ли ожидать значительного повышения температуры тела?

А130. Можно ли ожидать кратковременного или длительного воздействия условий труда на самочувствие или здоровье работников?

Б185. Укажите число и причину переводов в другую смену и освобождений от работы

Б186. Представьте данные о заболеваниях, связанных с работой (проявления и симптомы, перевод на другую работу по заключению врача, отсутствие по болезни).

А131. Соответствуют ли физическая и психическая нагрузки при работе возможностям мужчин, женщин, молодых и пожилых работников?

А132. Попробуйте оценить по трехбалльной шкале (табл. 36) физическую и психическую нагрузки, вызванные условиями на рабочем месте и методами работы, а затем нагрузку, связанную с окружающей обстановкой и системой организации труда (поставьте крестики в соответствующих графах).

Таблица. Оценка физической и психической нагрузок

Работа	Физическая нагрузка	Психологическая нагрузка	Окружающая обстановка	Организация труда
Легкая				
Средняя				
Тяжелая				

A133. Понижается ли производительность труда при совместном действии физической и психической нагрузок? Является ли такое понижение следствием одновременного выполнения нескольких операций или выражением тяжелого комплексного стресса?

Производительность системы

A134. Осуществляется ли анализ производительности труда и контроль ошибок на производстве?

Б187. Позволяет ли анализ совершаемых работниками ошибок, допускаемого ими брака и поломки инструментов (по возможности, в зависимости от времени и производительности труда) получить данные, касающиеся функций измерительных приборов, органов управления, ремонта, условий освещения, обратных связей и их результатов, методов обучения?

A135. Желательно ли внести изменения в критерии оценки продукции?

Б188. Следует ли внести изменения в конструкцию изделия или в производственные нормы с учетом требуемой точности движений необходимого усилия, а также учитывая факторы производственные, транспортные, эксплуатационные, ремонтные?

3. Пример проведения функционально-эргономического анализа (ФЭргА) технического объекта (ТО)

Основная цель:

Освоение методики проведения функционально-эргономического анализа ТО.

Порядок проведения ФЭргА разработанного технического объекта «Карандаш»

От степени взаимного соответствия эргономических показателей технического объекта, окружающей среды и возможностей человека, использующего ТО, во многом зависит успешность его профессиональной деятельности и удовлетворенность трудом, психическое состояние человека.

Используя эргономическую контрольную карту «Рабочее место» (см. Приложение Ж), заполняем таблицу эргономического анализа, выбирая из таблицы подходящие вопросы группы А или Б для анализируемого ТО («Исучаемый карандаш») и предварительно найденных аналогов («Карандаш цанговый» – аналог и «Цельнографитовый карандаш» – прототип).

Подсчитывая суммарные найденные значения эргономических показателей по сопоставляемым объектам, даём первоначальную общую экспертную эргономическую оценку изучаемого карандаша и уровень его соответствия аналогу и прототипу.

Таблица эргономического анализа^{*1}

№	Формулировка вопроса (эргономическая функция)	Карандаш цанговый	Цельнографитовый карандаш	Изучаемый карандаш
1	Физическая нагрузка:			
	A10. Соответствуют ли форма, величина и материал органов ручного управления прилагаемому усилию?	1	2	3
	A11. Допустимы ли прилагаемые усилия с точки зрения физиологии?	1	2	2
	A14. Обязательны ли опоры для локтей, предплечий, рук или спины?	2	2	2
	A16. Применяются ли ручные инструменты?	2	3	2

2	Психологическая нагрузка:			
	A25. Предъявляет ли данный вид работы высокие требования к органам зрения?	1	3	3
№	Формулировка вопроса (эргономическая функция)	Карандаш кантовый	Цельнографический карандаш	Исследуемый карандаш
	A26. Требуется ли для выполнения данной работы высокая освещенность?	2	2	2
	A40. Может ли работник видеть одновременно саму обрабатываемую деталь и ближайшие к ней окружающие предметы?	2	2	2
	A51. Предъявляет ли данная работа высокие требования к органам осязания?	1	3	2
3	Методы работы:			

	А61. Связано ли выполнение работы с большой физической нагрузкой?	1	2	1
	А62. Большое или малое количество мышц напряжено при выполнении данной работы?	2	3	3
№	Формулировка вопроса (эргономическая функция)	Карандаш кантовый	Цельнографический карандаш	Исследуемый карандаш
	А67. Какой характер носит физическая нагрузка — динамический или статический?	2	2	2
	А80. Требуется ли работа большой точности движений?	2	3	3
4	Окружающая среда:			

	A112. Протекает ли работа в условиях теплового комфорта?	2	2	2
	A116. Существует ли вероятность потери слуха вследствие воздействия шума?	3	3	3
	A118. Существует ли вероятность вредного воздействия химических веществ или пыли?	3	2	3
№	Формулировка вопроса (эргономическая функция)	Карандаш цанговый	Цельнографический карандаш	Изучаемый карандаш
5	Организация труда:			
	A121. Какова нормальная продолжительность работы в течение дня и за неделю?	2	2	2

	A124. Включены ли перерывы для отдыха в график выполнения работы?	2	3	2
	A125. Является ли предлагаемый темп работы обязательным?	1	2	2
	ИТОГО:	32	43	41

*1 – больший балл присваивается лучшему образцу.

Эффективность эргономической проработки ТО (карандаша) можно оценить коэффициентом относительной эргономичности $K_{\text{эрг}}$:

$$K_{\text{эрг}} = \sum \text{ТО} / \sum \text{max} = 41/43 = 0,95,$$

где

$\sum \text{ТО}$ – сумма экспертных оценок анализируемого ТО;

$\sum \text{max}$ – максимальная сумма экспертных оценок известного объекта.

Направления дальнейшего усовершенствования анализируемого карандаша следует искать в направлении повышения требований к форме карандаша, улучшающей его воздействие на органы осязания при работе.

И. Пример проведения функционально-эстетического анализа (ФЭстА) технического объекта (ТО)

Основная цель:

Освоение методики проведения эстетической оценки ТО.

Порядок проведения ФЭстА разработанного технического объекта «Карандаш»

При экспертизе оценочное суждение об эстетическом уровне ТО «Карандаш» выражаем в виде экспертного заключения путём балльной оценки.

Целостная оценка представляет собой обобщенное суждение об уровне эстетических показателей качества ТО «Карандаш», полученное в результате анализа и сопоставления его с отечественными и зарубежными образцами аналогичного класса и назначения, входящих в эталонный ряд – аналог («Карандаш цанговый») и прототип («Цельнографитовый карандаш») (см. таблицу).

Эстетическая оценка технического объекта*

№	Эстетический показатель	Карандаш цанговый	Цельнографито вый карандаш	Изучаемый карандаш
	Информационная выразительность			
	знаковость	2	1	2
	оригинальность	2	1	1
	стилевое соответствие	1	2	2
	соответствие моде	1	1	2

№	Эстетический показатель	Карандаш цанговый	Цельнографито вый карандаш	Изучаемый карандаш
	Рациональность формы			
	функционально- конструктив- ная рациональность	2	1	3
	целесообразность	2	2	2
	правдивость выражения	1	1	2
	Целостность композиции			
	организованность объемно- пространственной структуры	2	1	2
	тектоничность	1	1	2
	пластичность	2	2	2
	упорядоченность графических и изображи- тельных элементов	2	1	2
	взаимосвязь цветовых соче- таний	3	2	3
	Совершенство производственного исполнения			
	качество изготовления видимых элементов	3	2	3
	четкость исполнения	2	2	3
	ИТОГО:	26	20	31

* Заполнение таблицы осуществляется путем простановки баллов по каждому показателю в соответствии со шкалой: 4 (отлично), 3 (хорошо), 2 (достаточно), 1 (удовлетворительно), 0 (плохо).

В первом приближении обобщенный эстетический показатель изучаемого карандаша можно подсчитать по формуле:

$$K_{\text{эст}} = \sum TO / \sum \text{max} = 31/31 = 1,0, \text{ где}$$

$\sum TO$ – сумма экспертных оценок изучаемого карандаша (в баллах);

$\sum \text{max}$ – максимальная сумма экспертных оценок (в баллах) объектов эталонного ряда (Аналог – Прототип – Исследуемый TO).

Анализируемый карандаш эстетически оценивается достаточно высоко. Проигрывает аналогу (цанговому карандашу) только в оригинальности.

К. Ключ к тесту

a), a), b), a), e), a), a), d), a), a), b), b), d), d), c), b), a), b), a), b), a), c), b), a), a), a).

Виталий Афанасьевич Галашев
«ТЕХНОЛОГИЯ ПОИСКА И РЕШЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННО-КОНСТРУКТОРСКИХ
ЗАДАЧ»
Учебно-методическое пособие

Компьютерный набор В.А. Галашев
Подписано в печать . Формат 60 x 84 /16
Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. Заказ № Тираж 100 экз.

Типография ГОУВПО «Удмуртский государственный университет».
4260034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корпус 4.

Отпечатано в авторской редакции