

ИНЖИНИРИНГ

Доцент каф. «Приборостроение
и мехатроника»

Кузнецов Борис Васильевич
(канд. техн.наук, доцент)

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. «Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации» .Под ред. В.А. Новикова, Л.М.Чернигова. – М.: «Академия», 2009 – 368с.

б) дополнительная литература:

1. «Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации»
Под ред. В.А. Новикова, Л.М.Чернигова. – М.:
«Академия», 2009 – 368с.
2. БЕЛОВ М.П., ЗЕМЕНТОВ О.И., КОЗЯРУК А.Е. -
ИНЖИНИРИНГ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ И СИСТЕМ
АВТОМАТИЗАЦИИ. - М.: АКАДЕМИЯ, 2010. - 400 С.
3. БЕЛОВ М.П., ЗЕМЕНТОВ О.И., КОЗЯРУК А.Е. -
ИНЖИНИРИНГ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ И СИСТЕМ
АВТОМАТИЗАЦИИ. - М.: АКАДЕМИЯ, 2010. - 400 С.
4. Антонов В.Н. Адаптивное управление в технических
системах : учеб. пособие /В.Н.Антонов, В.А.Терехов, И.
Ю.Тюкин. — СПб. : Изд-во С.-Петербургского универ
ситета, 2001. - 244 с.

5. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов : учебник / М.П.Белов, В.А.Новиков, Л.Н. Рассудов.-М.: Изд. центр «Академия», 2004. — 576 с.
6. Интернет ресурсы

ЛЕКЦИЯ 3-4. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

- 1. Основные стадии жизненного цикла
технических объектов**
- 2. Разработка технических объектов**
- 3. Структура и содержание типовых
технических требований**

.

1. ОСНОВНЫЕ СТАДИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

**Основные стадии жизненного цикла
технических объектов сформулированы в
ГОСТ Р 53791— 2010 «Стадии жизненного
цикла изделий производственно-
технического назначения. Общие
положения»**

В соответствии с этим документом **жизненный цикл** продукции производственно-технического назначения включает в себя следующие стадии:

- обоснование разработки;
- разработку технического задания (ТЗ);
- проведение опытно-конструкторских работ (ОКР);
- производство и испытания;
- модернизацию;
- использование (эксплуатацию);
- ликвидацию (с избавлением от отходов путем их утилизации и/или удаления).

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ (ТИПОВАЯ СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПО ОБОСНОВАНИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ТЕХНИЧЕСКИМ ОБЪЕКТАМ)

Разработка электротехнического объекта (устройства, комплекса и т.п.) – сложный и длительный процесс.

Непосредственной разработке объекта предшествуют научно-исследовательские работы (НИР).

Тематика новых НИР определяется исходя из основных направлений (перспективных планов) развития отрасли, конкретных программ её развития, предложений регионов, предприятий, научно-исследовательских организаций и вузов.

На основе результатов проведенных НИР по обоснованию перспектив развития энергетики, изыскания научно-технических путей создания (модернизации) объектов, опыта предыдущих разработок аналогичных образцов, анализа информационных и патентных материалов, новейших достижений и перспектив развития отечественной и зарубежной науки, опыта эксплуатации и применения аналогичных объектов, требований стандартов и нормативно-технических документов (НТД) разрабатывается техническое задание (ТЗ) на проведение опытно-конструкторских работ (ОКР).

Широта проблем, решаемых в НИР для разработки ТЗ на ОКР по созданию объектов электроэнергетики определяется стимулирующими факторами, например, появлением более эффективных, менее затратных технологий и материалов, открытиями в науке и технике.

В результате выполнения НИР приходят к выводу или о необходимости создания принципиально нового объекта, или о модернизации существующих.

Процесс создания и внедрения новых образцов связан с заменой большого количества оборудования, средств управления и т. п., что требует крупных материальных затрат и времени. Поэтому чаще осуществляется модернизация. Это позволяет в короткие сроки при сравнительно малых затратах существенно повышать эффективность функционирования технических объектов. Основным разделом ТЗ, создаваемого на основе НИР, являются технические требования (ТТ) к объектам.

Технические требования к объекту
(устройству, образцу, комплексу) – это упорядоченная по определённому замыслу совокупность количественных или качественных характеристик, определяющих его свойства (возможности), используемые для выражения потребностей или ограничений в отношении этого объекта.

Разработка ТТ – важный и ответственный этап создания объекта, ибо от того, насколько обосновано будут выработаны ТТ, настолько правильно и своевременно будет разработан образец (устройство, комплекс) в целом и его элементы.

Предварительная оценка качества невозможна без решения задачи *о выборе принципиальной схемы объекта (устройства, образца, комплекса)*.

Решение этих и ряда других задач позволяет приступить к выбору оптимальных технических характеристик (ТХ) объекта для конкретных условий. Определение набора оптимальных свойств (ТХ) образца и является задачей обоснования ТТ.

Задачи обоснования ТТ решаются в рамках специальных НИР и их решение завершает научные исследования по созданию нового объекта (модернизации существующего).

При разработке ТЗ в соответствии с комплексной системой общих технических требований (КСОТТ) используются общие технические требования (ОТТ) на разработку образцов.

ОТТ представляют совокупность нормативно-технических документов, обязательных для заказчиков и разработчиков, регламентирующих организационно-методические требования к жизненному циклу, разработке ТТ и ТЗ к объектам и методам их испытаний.

Требования к жизненному циклу регламентируют порядок разработки, производства и испытаний. Требования к объектам электроэнергетики включают общие требования ко всем образцам и требования к отдельным изделиям (устройствам). Система ОТТ содержит перечень основных свойств объектов показателей для их оценки и только в отдельных случаях - директивные оценки некоторых показателей.

В научно-технической документации ОТТ имеются общие методики для обоснования отдельных свойств образцов. Однако разработка методик обоснования ряда свойств для конкретных технических объектов до сих пор остается актуальной задачей научных исследований.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТИПОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

Технические требования на устройство (образец и т. д.) являются одним из разделов ТЗ на ОКР при его разработке.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ОКР ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ СЛЕДУЮЩИЕ РАЗДЕЛЫ:

1. Наименование, шифр и основание для выполнения ОКР.
2. Цель выполнения ОКР, наименование, индекс и назначение объекта.
3. Состав объекта (устройства, образца и т. д.).
4. Технические требования к объекту.
5. Технико-экономические требования.

6. Требования по видам обеспечения (метрологическому, математическому, программному и информационному).
7. Требования к сырью, материалам и комплектующим материалам межотраслевого применения.
8. Требования к консервации, упаковке и маркировке.

9. Требования к учебно-тренировочным средствам.
10. Специальные требования.
11. Требования (при необходимости) по обеспечению сохранения государственной тайны при выполнении ОКР.
12. Этапы выполнения ОКР.

В разделе «Состав образца» перечисляют основные составные части образца или приводят требования к его составу, а также указывают назначение составных частей.

Допускается окончательно определить состав образца на этапе эскизного (технического) проектирования.

В разделе «Технические требования к образцу» указывают ТТ, характеристики, нормы, показатели и другие параметры, определяющие назначение, возможности, условия эксплуатации и функционирования.

РАЗДЕЛ ДОЛЖЕН СОСТОЯТЬ ИЗ СЛЕДУЮЩИХ ПОДРАЗДЕЛОВ:

- требования по назначению;
- требования по радиоэлектронной защите (для образцов с радиоэлектронными средствами);
- требования по живучести и стойкости к внешним воздействиям;
- требования по надежности;
- требования по эргономике и технической эстетике;

- требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания, ремонта и хранения;
- требования по транспортабельности;
- требования по безопасности;
- требования (при необходимости) по обеспечению сохранения государственной тайны;
- требования по стандартизации и унификации;
- требования по технологичности;
- конструктивные требования.

Номинальные значения величин,
определяющие требования к ТХ образца,
приводят с допустимыми отклонениями или
приводят их наибольшие (наименьшие)
значения. Статистические параметры
устанавливают с указанием уровня
доверительной вероятности, которому
соответствует данное значение параметра.

**РАССМОТРИМ БОЛЕЕ ПОДРОБНО
СОДЕРЖАНИЕ ПОДРАЗДЕЛА «ТРЕБОВАНИЯ
ПО НАЗНАЧЕНИЮ», ОН УСТАНАВЛИВАЕТ:**

- **технические требования, обеспечивающие выполнение образцом своих функций в заданных условиях функционирования и эксплуатации с учетом возможных аварийных ситуаций и катастроф;**

- нормы и количественные показатели, определяющие эффективность образца (пространственные пределы работы, точность выполнения операций, время готовности к работе и др.);

- характеристики (параметры) образца, обеспечивающие выполнение возложенных на него задач (мощность, чувствительность, КПД, грузоподъемность и др.), если их значения по техническим и другим соображениям должны быть ограничены или нормированы;

- порядок и способ взаимодействия с сопрягаемыми объектами (например, возможность использования в технической системе более высокого уровня);

- вероятностно-временные и другие характеристики и показатели, определяющие целевое использование создаваемого образца, или показатели, значения которых по техническим и экономическим соображениям должны быть нормированы (выходная мощность, время непрерывной или циклической работы и др.).

Если значения задаваемых характеристик (параметров) могут быть установлены только с учетом конкретных условий, то эти условия должны быть обозначены или в ограниченных пределах определены (интенсивность и закон потока входных воздействий, климатические особенности и др.).

В технических требованиях формулируются требования к объекту в целом и к его элементам. Кроме требований по назначению в ТЗ устанавливаются и другие.

Так, в подразделе «Требования по радиоэлектронной защите» устанавливаются требования к радиоэлектронным средствам по обеспечению их электромагнитной совместимости и помехозащищенности.

В подразделе «Требования по надежности» устанавливают количественные требования в виде значений комплексных и (или) единичных показателей надежности образца. При необходимости устанавливают требования по допустимым способам обеспечения надежности, в том числе требования к программе обеспечения надежности.

В подразделе «Требования по эргономике и технической эстетике» указывают общие требования к образцу, необходимые для обеспечения его приспособленности к операторской деятельности человека, а также требования по его обитаемости.

В подразделе «Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания, ремонта и хранения» указывают требования к видам и продолжительности технического обслуживания образца, его приспособленности (пригодности) к ремонту и хранению.

Кроме того, здесь определяют требования по обоснованию состава технического и обслуживающего персонала, их квалификации, требования к периодичности технического обслуживания и продолжительности подготовки образца к применению по назначению с учетом различных вариантов использования.

В подразделе «Требования по транспортабельности» указывают требования к образцу по его приспособленности (пригодности) к транспортированию транспортом различного вида и типа транспортных средств с учетом возможностей транспортных средств и времени, необходимого для подготовки к транспортированию и приведения образца в готовность к функционированию после транспортирования.

В подразделе «Требования по безопасности» указывают требования к образцу, обеспечивающие безопасность обслуживающего персонала в соответствии с требованиями Системы стандартов безопасности труда, а также требования к защите окружающей среды при эксплуатации в номинальных условиях и при аварийных ситуациях.

В подразделе «Требования по стандартизации и унификации» указывают количественные и качественные требования по стандартизации и унификации образца, включают задания по выявлению объектов стандартизации и унификации, обоснованию их возможности применения в системах различного функционального назначения.

В подразделе **«Требования по технологичности»** указывают перечень базовых показателей, по которым должна быть проведена оценка приспособленности образца к организации единичного, серийного или массового производства с использованием серийно выпускаемых средств технологического оснащения.

В подразделе **«Конструктивные требования»** указывают требования, характеризующие конструктивные особенности образца.

Таким образом, разработка ТТ к техническому устройству (комплексу) является очень сложной научно-исследовательской задачей.

Для математической постановки задачи должен быть определен показатель эффективности объекта и отдельных их элементов W :

$$W = F(x, y, u, t), \quad (1)$$

где x – выходные параметры (функции), характеризующие состояние объекта или отдельных его элементов в данный момент;

y – параметры (функции),
характеризующие условия
функционирования и эксплуатации, а
также воздействие случайных
факторов;

u – оптимизируемые (управляющие)
параметры (например, искомые
качественные характеристики или
параметры);

t – время (в ряде случаев $t = 0$).

Показатель W , как правило, задается в вероятностной постановке.

Для математического решения задачи разработки ТТ необходимо на основе полученной иерархической структуры объекта построить его математическую модель, которая обычно выражается системой алгебраических или дифференциальных уравнений вида:

(2)

$$F_1(\dot{x}, x, \dot{y}, y, u, t) = 0$$

При решении задач оптимизации необходимо учитывать ограничения, которые могут накладываться на выделенные ресурсы $C(x, u, t)$, параметры x и y , оптимизируемые параметры u , в виде функциональных зависимостей

$$C(x, u, t) \leq C_0; F_0(x, y, u) \leq F_D \quad (3)$$

или в виде параметрических
неравенств

$$u_1 \leq u \leq u_2.$$

В указанной постановке задача разработки ТТ к техническим объектам может быть сформулирована следующим образом: для сложной системы (объект электроэнергетики), действие которой описывается системой уравнений (2) необходимо определить такое сочетание качественных характеристик u , чтобы с учетом ограничений (3) показатель эффективности (целевая функция) имел максимальное значение. В ряде случаев ограничения могут накладываться на эффективность и задача сводится к получению минимума затрат.

Для уменьшения размерности и порядка задачи разработки ТТ к электротехническим объектам в ряде случаев там, где это возможно, осуществляется ее декомпозиция, т. е. поиск оптимальных качественных показателей производится не сразу для всей системы, а для отдельных, достаточно простых и, как правило, независимых подсистем с последующим постепенным охватом всей системы. Решение задач начинается с верхних уровней иерархии.

**ТАКИМ ОБРАЗОМ, ОБЩАЯ СХЕМА
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАЗРАБОТКИ ТТ К
ОБЪЕКТАМ (СИСТЕМАМ) МОЖЕТ БЫТЬ
СЛЕДУЮЩЕЙ:**

1. Анализ целей и задач, решаемых системой.
2. Прогнозирование условий функционирования, достижений науки и техники для определения границ возможных значений качественных характеристик и условий на период применения.
3. Формализация объекта (формирование сложной системы в виде иерархической структуры свойств).

4. Разработка системы показателей для количественной оценки единичных (отдельных) свойств образца (комплекса). Выбор номенклатуры и уровня задания ТТ к образцу (комплексу).

5. Выбор и формализация оценочного функционала (эффективность—стоимость) и критерия принятия решения.

6. Разработка модели для связи оценочного функционала с ТХ (показателями качества) образца (комплекса).
7. Проверка адекватности модели и ее корректировка.

8. Выбор метода оптимизации проведения расчета и поиск объекта с оптимальными характеристиками. Методически возможны два подхода: получение множества вариантов и выбор оптимального; аналитическое решение задачи оптимизации.
9. Проверка условия окончания исследования, учет возможностей реализации оптимальных характеристик системы и её элементов (с учетом прогноза). Если нет – корректировка.
10. Принятие решения по формированию системы ТТ (количественные показатели, их номенклатура). ТТ должны включать доверительную вероятность и методы проверки (контроля) требований.