



ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
-----------------------	---

Глава 1

Общие вопросы проектирования

как вида инженерной деятельности	13
1.1. Жизненный цикл изделия	13
1.2. Концепция, стратегия и технологии CALS	13
1.3. Системный подход к проектированию	18
1.4. Основные методы и средства проектирования	19
1.4.1. Метод морфологических таблиц (морфологического анализа)	19
1.4.2. Математические методы отыскания оптимальных проектных решений	20
1.4.3. Математические основы метода сканирования пространства параметров в функциях натурального ряда чисел	23
1.4.4. Примеры решения основных задач методом сканирования	27
1.4.5. Многокритериальная оптимизация на основе множества критериев, заданных таблично	32
1.4.6. Средства автоматизации проектирования на различных этапах принятия проектных решений	33
1.4.7. Базы данных и базы знаний как инструмент проектирования мехатронных устройств	39
1.4.8. Разработка классификаторов для создания баз данных и баз знаний как инструмента проектирования	41
1.5. Проектирование нетиповых комплектующих	68
1.6. Имитационное и макетное моделирование, испытания образцов	71
1.7. Требования к качеству, нормативные акты проектирования	72
1.8. Эффективная организация разработки проектов	75

Глава 2

Предпроектная стадия разработки мехатронного устройства

и этап «Техническое задание»	77
2.1. Предпроектные работы при создании изделия	77
2.1.1. Разработка технико-экономических предложений	78
2.1.2. Бизнес-план на стадии предпроектных работ	78
2.1.3. Формирование критериев качества проекта	82
2.1.4. Исходные данные для проектирования	84
2.2. Стадия технического задания (ТЗ) на проектирование мехатронного изделия	86

Глава 3

Общие проектные решения по изделию	93
3.1. Разработка концепции изделия	93
3.2. Декомпозиция изделия на принципах мехатроники	95
3.3. Формирование системы критериев качества	97
3.4. Выбор и оценка комплектующих на этапе формирования концепции изделия	101
3.5. Формирование общих проектных решений	101

Глава 4

Проектирование рабочих органов мехатронных машин	110
4.1. Проектирование устройств захватных	110
4.2. Классификация устройств захватных	111
4.3. Основные этапы и содержание проектирования устройства захватного ...	112

Глава 5

Проектирование кинематических моделей механизмов мехатронных машин	124
5.1. Последовательность принятия проектных решений при проектировании механизмов	124
5.2. Разработка исходных данных для проектирования механизмов	124
5.3. Разработка кинематической модели механизма	128
5.3.1. Кинематические шарнирно-стержневые модели многоподвижных механизмов	129
5.3.2. Кинематические модели многоподвижных механизмов последовательной структуры	133
5.3.3. Кинематические модели механизмов параллельной структуры ...	138
5.3.4. Решение задач оптимального выбора геометрических параметров кинематических моделей многозвенных механизмов	144
5.3.5. Показатели качества кинематических моделей	147
5.4. Кинематические модели систем разгрузки	152

Глава 6

Проектирование механической модели мехатронного устройства	153
6.1. Общие вопросы проектирования механической модели	153
6.2. Общие задачи конструирования механизмов	154
6.3. Разработка механической модели	161
6.3.1. Уравнения динамики механизмов	162
6.3.2. Критерии качества механических моделей, построенные на решениях ОЗД и ПЗД	166
6.4. Разработка недостающих исходных данных для проектирования	168
6.5. Проектирование сопряжения с ВМЗ	169
6.6. Разработка приводных модулей механизма	175
6.6.1. Предварительная компоновка механизма и конструкторская разработка постредукторной части	176
6.6.2. Выбор двигателей приводов мехатронных машин	177
6.6.3. Проектирование негипсовых встраиваемых двигателей	184
6.6.4. Разработка технических требований к МПД	190
6.6.5. Проектный расчет и выбор механизмов управления движением ...	192
6.6.6. Выбор и расчет подвижных опор	197
6.6.7. Моделирование работы двигателя с нагрузкой и оценка качества принятых проектных решений ...	203
6.6.8. Выбор марки и компоновка датчиков внутренней информации модуля	206
6.6.9. Способы передачи крутящего момента между двумя валами	208
6.6.10. Выбор и расчет неподвижных опор механизма	210
6.6.11. Разработка корпуса модуля	210

Глава 7

Разработка аппаратных средств сбора и представления данных	213
7.1. Датчики состояния мехатронного устройства (МУ)	213
7.2. Проектирование датчиков конечных и промежуточных дискретных положений подвижных звеньев мехатронного устройства ...	217
7.3. Датчики перемещений (пути)	225
7.4. Датчики скорости	242
7.5. Датчики ускорений (акселерометры)	245
7.6. Датчики тока	247
7.7. Выбор и размещение силовомоментных датчиков	251
7.8. Выбор и размещение датчиков температуры	255
7.9. Наблюдатели состояния мехатронного устройства или его частей	258
7.10. Общий алгоритм оптимального выбора датчиков внутренней информации	259
7.11. Датчики информации о внешних воздействиях на МУ и о состоянии внешнего мира	261
7.11.1. Наблюдатели сцен. Системы технического зрения (СТЗ)	262
7.11.2. Общая схема проектного выбора сенсоров	267
7.12. Средства ввода данных от оператора	268

Глава 8

Проектирование управляемых источников питания	270
8.1. Управляемые источники питания	270
8.2. Усилители входного сигнала с источником первичной энергии постоянного тока или напряжения	272
8.2.1. Усилители аналогового сигнала	273
8.2.2. Усилители гармонического сигнала	277
8.3. Прерыватели управляемые	279
8.3.1. Ключи электронные, транзисторные	279
8.3.2. Ключи электронные, тиристорные	311
8.3.3. Особенности проектирования ключей большой мощности на транзисторах и тиристорах	320
8.4. Управляемые преобразователи импульсного сигнала в импульсный с источником <i>DC</i> (<i>СИ — DC — СИ</i>)	322
8.4.1. Автономные инверторы постоянного напряжения на транзисторных ключах с источником <i>DC</i>	323
8.4.2. Коммутаторы питания шаговых двигателей	325
8.5. Управляемые источники питания на базе источников энергии с гармоническим сигналом	328
8.6. Источники периодического сигнала, управляемые прерывателями (преобразователи ШИМ — <i>СИ — СИ</i>)	332
8.7. Выбор преобразователей для питания электрогидравлических и электропневматических двигателей	336
8.7.1. Электрогидравлические преобразователи энергии питания гидродвигателей	336
8.7.2. Электропневматические преобразователи энергии питания пневмодвигателей	340

Глава 9

Проектирование внепроцессорных устройств контроля и управления	343
9.1. Внепроцессорные устройства контроля и управления (интерфейсы аппаратные)	343
9.2. Драйверы аппаратные	344
9.3. Аналого-цифровые преобразователи	357
9.4. Проектирование интерфейсов	359
9.4.1. Устройства сопряжения с системной магистралью	360
9.4.2. Параллельные порты	363

9.4.3. Проектирование последовательных интерфейсов	365
9.5. Таймеры	374
9.6. Устройства обработки прерываний	375
9.7. Модуляторы сигналов и демодуляторы (детекторы) модулированных сигналов	376
9.8. Элементы логики и узлы обработки ДЧК	378
9.9. Функциональные блоки на операционных усилителях.....	378
9.10. Фильтры	380
9.11. Согласование электрических функциональных блоков.....	381

Глава 10

Синтез структурно-математических моделей систем контроля

и управления мехатронными машинами	383
10.1. Основные понятия теории математических моделей объектов.....	383
10.2. Методы и алгоритмы управления двигателями мехатронных устройств	384
10.2.1. Способы управления электромеханическими двигателями	384
10.2.2. Показатели качества управления двигателями и приводами без обратной связи	387
10.2.3. Режимы работы двигателей и приводов без обратной связи	391
10.2.4. Модели и управление работой двигателя постоянного тока (ДПТ)	391
10.2.5. Модели и управление работой неполноповоротных двигателей постоянного тока	398
10.3. Модели, методы и алгоритмы управления асинхронными двигателями	398
10.3.1. Модель двухфазной обобщенной (эквивалентной) электрической машины	398
10.3.2. Способы управления асинхронными двигателями переменного тока	402
10.3.3. Управление двухфазными асинхронными двигателями	403
10.3.4. Управление трехфазным асинхронным двигателем	408
10.4. Управление синхронными двигателями	416
10.4.1. Способы управления синхронными двигателями	416
10.4.2. Математические модели синхронных двигателей	419
10.5. Математические модели пьезокерамических пакетных двигателей	423
10.6. Математические модели электрогидро- и электропневмоприводов	423
10.7. Формирование математических моделей САУ мехатронными устройствами	425
10.8. Синтез устройств, регулирующих переменные состояния (регуляторов).....	431
10.8.1. Общие понятия о синтезе регуляторов	431
10.8.2. Методы синтеза непрерывных стационарных САУ с параметрами регуляторов, обеспечивающими работоспособность системы	437
10.8.3. Методы синтеза непрерывных стационарных САУ с регуляторами, обеспечивающими оптимизацию процессов по одному критерию	450
10.8.4. Синтез Парето-оптимальных регуляторов заданной структуры САУ объектами с непрерывными стационарными моделями со сосредоточенными параметрами	454
10.9. Интеллектуальные системы управления	464
10.9.1. Экспертные системы	465
10.9.2. Системы интеллектуального управления, построенные на математике нечеткой логики	466
10.9.3. Системы интеллектуального управления, построенные с использованием искусственных нейронных сетей (ИНС)	473

10.9.4. Системы интеллектуального управления, использующие технологию ассоциативной памяти	477
10.10. Адаптивные системы автоматического управления	482

Глава 11

Проектирование цифровых систем управления мехатронными машинами	484
11.1. Понятие об устройстве цифрового управления мехатронной машины	484
11.2. Состав проектных работ по системе управления мехатронной машиной	485
11.3. Синтез функциональной структуры и выбор критериев качества УЦУ	486
11.4. Разработка информационного обеспечения УЦУ	488
11.5. Постановка задач обработки информации	496
11.6. Разработка алгоритмического обеспечения УЦУ	499
11.7. Проработка архитектуры системы управления	506
11.8. Выбор структуры основных функциональных блоков контроллеров	510
11.9. Разработка аппаратной части устройства цифрового управления	519
11.10. Разработка источников питания	526
11.10.1. Проектирование станций гидропитания	526
11.10.2. Проектирование станций пневмопитания сжатым воздухом	529
11.11. Создание программного обеспечения УЦУ	534
11.12. Методы обеспечения надежности УЦУ	541

Глава 12

Проектирование роботизированных технологических комплексов	543
12.1. Общие сведения о робототехнических комплексах и их классификация	543
12.2. Процесс проектирования РТК	546
12.3. Предпроектные работы при создании РТК	548
12.4. Техническое задание на проектирование РТК	549
12.5. Основные этапы проектирования РТК	554
12.6. Анализ исходных данных ТЗ и системный анализ проектной задачи	556
12.7. Проектирование системы машин РТК	558
12.8. Разработка автоматизированной системы управления РТК	583
12.9. Авторский надзор за монтажно-наладочными работами по РТК	584
12.10. Испытания ПР и РТК	587
Заключение	594
Список литературы	596