

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

М. Е. Антипин

**Разработка проектной и конструкторской документации мехатронных и
робототехнических систем**

Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов

Томск
2022

УДК 004.02
ББК 3стд2-02
А 72

Рецензент:

Лобода Ю.О., доцент каф. управления инновациями ТУСУР,
канд. пед. наук

Антипин, Михаил Евгеньевич

А 72 Разработка проектной и конструкторской документации мехатронных и робототехнических систем: Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов/ М.Е. Антипин. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектронники, 2022. – 12 с.

Методические указания содержат рекомендации и материалы, необходимые для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Разработка проектной и конструкторской документации мехатронных и робототехнических систем».

Для студентов высших учебных заведений.

Одобрено на заседании кафедры УИ, протокол № 1 от 31.01.2022.

УДК 004.02
ББК 3стд2-02

© Антипин М.Е., 2022
© Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектронники, 2022

Оглавление

1. Общие положения	4
2 Разделы и содержание дисциплины	5
3 Организация самостоятельной работы студентов.....	6
4 Терминология дисциплины.....	7
5 Тестовые вопросы по дисциплине	8
6 Контрольные вопросы.....	11
Список рекомендуемой литературы.....	12

1. Общие положения

Данные методические указания разработаны для студентов, обучающихся в Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники (далее - Университет).

Структура дисциплины «Разработка проектной и конструкторской документации мехатронных и робототехнических систем» предполагает выполнение студентами самостоятельной работы как по освоению теоретического материала, так и в рамках выполнения практических заданий. Рекомендации по выполнению практических заданий приведены в соответствующих методических указаниях.

В ходе выполнения самостоятельной работы студентам прививаются навыки работы с учебно-методической документацией, умения увязывать теоретические знания с практикой, четко излагать свои мысли, отвечать на вопросы, оформлять и представлять результаты работы.

Рекомендации подготовлены с целью помочь студентам в успешном освоении дисциплины и прохождении аттестации, давая информацию об ее структуре и оценочных средствах.

2 Разделы и содержание дисциплины

Дисциплина «Разработка проектной и конструкторской документации мехатронных и робототехнических систем» содержит следующие разделы:

1. Жизненный цикл изделия. Этап предпроектной подготовки:
Укрупнённые этапы жизненного цикла изделия. Постановка вопроса проектирования. Оценка экономической целесообразности проведения разработки. Разработка функциональной спецификации, ее взаимосвязь с другими дисциплинами.
2. Предпроектная стадия разработки мехатронных устройств. Общие проектные решения по изделию:
Предпроектные работы при создании изделия. Формирование критериев качества проекта. Исходные данные для проектирования. Стадия технического задания (ТЗ) на проектирование мехатронного изделия. Разработка концепции изделия. Декомпозиция изделия на принципах мехатроники.
3. Эскизное проектирование:
Нормативные акты. Состав и структура ТЗ. Номенклатура документов для стадий проектирования. Государственные стандарты. Стандарты предприятия. Стадии разработки конструкторской документации. Идеология CALS. Суть идеологии. Единое информационное пространство (ЕИП). Эффективность ЕИП на различных этапах проектирования. PDM-системы.
4. Разработка аппаратных средств сбора и представления данных:
Проектирование датчиков конечных и промежуточных дискретных положений подвижных звеньев мехатронного устройства. Наблюдатели состояния мехатронного устройства или его частей. Общий алгоритм оптимального выбора датчиков внутренней информации.
5. Проектирование механической модели мехатронного устройства:
Проектирование датчиков конечных и промежуточных дискретных положений подвижных звеньев мехатронного устройства. Наблюдатели состояния мехатронного устройства или его частей. Общий алгоритм оптимального выбора датчиков внутренней информации.

3 Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная проработка лекционного материала направлена на получение навыков работы с конспектом, структурирования материала, а также умения выделить основные пункты и положения, изложенные на лекции. Целесообразно ознакомиться с информацией, представленной в файлах, содержащих презентации лекций, предоставляемых преподавателем. Кроме того, проработка лекционного материала способствует более глубокому пониманию и прочному запоминанию теоретической части дисциплины. Проработка лекционного материала включает деятельность, связанную с изучением рекомендуемых преподавателем источников, в которых отражены основные моменты, затрагиваемые в ходе лекций.

Важное место отведено работе с собственноручно составленным конспектом лекций. При конспектировании во время лекции помните, что не следует записывать все, что говорит и/или демонстрирует лектор: старайтесь выявить главное и записать только это. Цель конспекта – формирование целостного логически выстроенного взгляда на круг вопросов, затрагиваемых в ходе изучения соответствующей темы.

При проработке лекционного материала необходимо: - отработать прослушанную лекцию (прочитать конспект, прочитать дополнительную литературу по аналогичной теме и сопоставить записи с конспектом) и восполнить пробелы в знаниях, если таковые обнаружались; - перед каждой последующей лекцией прочитать предыдущую, чтобы обновить знания для восприятия последующей новой информации.

В ходе изучения дисциплины некоторые из тем курса выносятся исключительно на самостоятельное изучение. Следует обратить внимание на то, что работа по этим темам включает как подбор источников, так и изучение их содержания. В зависимости от особенностей усвоения учебного материала студентами и объема аудиторной работы некоторые из вопросов, рассматриваемые в ходе проведения лекций и лабораторных работ, могут быть также вынесены в формат самостоятельного изучения.

4 Терминология дисциплины

Чтобы свободно ориентироваться в материалах дисциплины студенту следует ознакомиться с применяемой терминологией:

- Техническое задание - документ, в котором сформулированы основные цели разработки, требования к программному продукту, определены сроки и этапы разработки и регламентирован процесс приемо-сдаточных испытаний. В разработке технического задания участвуют как представители заказчика, так и представители исполнителя. В основе этого документа лежат исходные требования заказчика, анализ передовых достижений техники, результаты выполнения научно-исследовательских работ, предпроектных исследований, научного прогнозирования и т. п.
- Функциональная спецификация - документ, который понятно и точно описывает существенные технические требования для объектов, материалов или операций. Спецификации помогают устранить дублирование и несоответствия, позволяют точно оценить необходимые действия и ресурсы, выступают в качестве согласующего и справочного документов о внесённых изменениях, предоставляют документацию с конфигурацией, и даёт возможность взаимодействия лиц, работающих с восемью основными функциями системного проектирования. Они дают точное представление о решении проблемы, повышая эффективность разработки системы и оценивая стоимость альтернативных путей проектирования. Они служат указанием для испытателей для верификации (качественной оценки) каждого технического требования.
- Технико-экономическое предложение документ, определяющий экономические и технические характеристики объекта, предварительные размеры затрат на реализацию и экономическую целесообразность его осуществления, а также для участия в торгах и тендерах.
- Бизнес-план - официальный письменный документ, содержащий цели бизнеса, методы достижения этих целей и сроки достижения целей. В нем также описывается характер бизнеса, справочная информация об организации, финансовые прогнозы организации и стратегии, которые она намерена реализовать для достижения поставленных целей.
- Концепция изделия - понятие описывающее класс подобных изделий, которые предприятие предлагает заказчиком. Идея изделия, отвечающая требованиям заказчиков.
- Декомпозиция - операция мышления, состоящая в разделении целого на части. Также декомпозицией называется общий приём, применяемый при решении проблем, состоящий в разделении проблемы на множество частных проблем, а также задач, не превосходящих суммарно по сложности исходную проблему, с помощью объединения решений которых, можно сформировать решение исходной проблемы в целом.
- Эскизное проектирование - комплекс проектных работ, выполненных специалистами соответствии с техническим заданием и с соблюдением требований нормативных документов и других условий.
- Конструкторская документация - графические и текстовые документы, которые, в совокупности или в отдельности, определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, эксплуатации, ремонта и утилизации.

5 Тестовые вопросы по дисциплине

Тестирование является обязательной частью аттестации по дисциплине, а также важным средством проверки остаточных знаний студентов. Подготовка к тестированию предполагает повторение материала по всем разделам дисциплины. Для тестирования может использоваться следующий перечень вопросов (с вариантами ответов):

1. Что относится к основным методам и средствам проектирования?
 - а) Метод морфологических таблиц;
 - б) Математические методы отыскания оптимальных проектных решений;
 - в) Математические основы метода сканирования пространства параметров в функциях натурального ряда чисел;
 - г) Все ответы.
2. Что включают в себя предпроектные работы при создании изделия?
 - а). Разработка технико;экономических предложений;
 - б). Бизнес;план на стадии предпроектных работ;
 - в) Формирование критериев качества проекта;
 - г) Все ответы.
3. Что относится к общим проектным решениям по изделию?
 - а) Разработка концепции изделия;
 - б) Декомпозиция изделия на принципах мехатроники;
 - в) Формирование системы критериев качества;
 - г) Все ответы.
4. Что включают в себя проектирование кинематических моделей механизмов мехатронных машин?
 - а) Последовательность принятия проектных решений при проектировании механизмов;
 - б) Разработка исходных данных для проектирования механизмов;
 - в) Разработка кинематической модели механизма;
 - г) Все ответы.
5. Что включают в себя проектирование механической модели мехатронного устройства?
 - а) Общие вопросы проектирования механической модели;
 - б) Общие задачи конструирования механизмов;
 - в) Разработка механической модели;
 - г) Все ответы.
6. Разработка каких аппаратных средств сбора и представления данных необходима при проектировании механической модели мехатронного устройства?
 - а) Датчики состояния мехатронного устройства (МУ);
 - б) Проектирование датчиков конечных и промежуточных дискретных положений подвижных звеньев мехатронного устройства;
 - в) Датчики перемещений (пути);
 - г) Все ответы.
7. Что в CALS-технологиях и системах PDM понимается под управлением конфигурацией изделия?
 - а) Ремонтпригодность, понимаемая как легкость замены отказавших частей изделия;
 - б) Сопровождение базы данных о свойствах изделия;
 - в) Дисциплина внесения изменений в проект изделия, контроль версий проекта;
 - г) Перестройка структуры изделия в процессе эксплуатации.
8. Какие требования, предъявляемые к интерактивным электронным техническим руководствам (ИЭТР) существуют в CALS-технологиях?

- а) ИЭТР должно быть представлено на языке Express;
 - б) ИЭТР должно быть представлено на языке SGML;
 - в) ИЭТР должно представлять собой имитационную модель изделия;
 - г) ИЭТР должно быть представлено на языке HTML.
9. Какие существуют типовые комплектующие узлы мехатронных машин?
- а) Устройства числового программного управления;
 - б) Зрительные;
 - в) Сенсоры внешнего мира;
 - г) Все ответы.
10. Какие исходные данные для проектирования необходимы?
- а) Данные о среде, на которую ориентирован создаваемый образец;
 - б) Данные о влиянии новых качеств создаваемого образца на организационно экономические параметры производства;
 - в) Данные о социальных последствиях использования новых качеств проектируемого образца на производстве;
 - г) Все ответы.
11. Что относится к проектированию рабочих органов мехатронных машин?
- а) Проектирование хватных устройств;
 - б) Формирование этапов и содержания проектирования хватного устройства;
 - в) Выбор и оценка комплектующих на этапе формирования концепции изделия;
 - г) Только а, в.
12. Что включает в себя проектирование управляемых источников питания?
- а) Управляемые источники питания;
 - б) Усилители входного сигнала с источником первичной энергии постоянного тока или напряжения;
 - в) Прерыватели управляемые;
 - г) Только а, в.
13. Что включает в себя проектирование внепроцессорных устройств контроля и управления
- а) Внепроцессорные устройства контроля и управления (интерфейсы аппаратные);
 - б) Драйверы аппаратные;
 - в) Аналого-цифровые преобразователи;
 - г) Все ответы.
14. Что включает в себя проектирование роботизированных технологических комплексов
- а) Общие сведения о робототехнических комплексах и их классификация;
 - б) Процесс проектирования РТК;
 - в) Предпроектные работы при создании РТК;
 - г) Все ответы.
15. Что включает в себя проектирование цифровых систем управления мехатронными машинами
- а) Понятие об устройстве цифрового управления мехатронной машины;
 - б) Состав проектных работ по системе управления мехатронной машиной;
 - г) Все ответы.
16. Синтез структурно математических моделей систем контроля и управления мехатронными машинами
- а) Основные понятия теории математических моделей объектов;
 - б) Методы и алгоритмы управления двигателями мехатронных устройств;
 - в) Модели, методы и алгоритмы управления асинхронными двигателями;
 - г) Все ответы.

17. Какая характеристика называется передаточной функцией?
- а) Отношение преобразованного по Лапласу выходного сигнала к преобразованному по Лапласу входному сигналу.
 - б) Отношение выходного сигнала к входному при нулевых начальных условиях;
 - в) Отношение преобразованного по Лапласу выходного сигнала к преобразованному по Лапласу входному сигналу при нулевых начальных условиях;
 - г) Отношение выходного сигнала к входному при не нулевых начальных условиях.
18. Какой показатель качества называется статической ошибкой?
- а) Максимальное отклонение от заданного значения;
 - б) Отклонение от заданного значения в установившемся состоянии;
 - в) Разность между максимальным и минимальным значениями переходного процесса;
 - г) Минимальное отклонение от заданного значения.
19. Какая из формулировок не является одним из трех законов робототехники?
- а) Робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинён вред;
 - б) Робот должен заботиться о безопасности живых существ в той мере, в которой это не противоречит Первому или Второму Законам;
 - в) Робот должен повиноваться всем приказам, которые даёт человек, кроме тех случаев, когда эти приказы противоречат Первому Закону;
 - г) Робот может самосовершенствоваться без участия человека.
20. Что входит в состав робототехнического комплекса
- а) Механическое устройство, конечным звеном которого является рабочий орган;
 - б) Блок приводов, включающий силовые преобразователи и исполнительные двигатели;
 - в) Макет комплекса;
 - г) Только а, в.

6 Контрольные вопросы

Приведенный ниже перечень вопросов рекомендуется использовать студенту для подготовке к аттестации по дисциплине:

1. Основные методы и средства проектирования
2. Предпроектные работы при создании изделия
3. Общие проектные решения по изделию
4. Проектирование кинематических моделей механизмов мехатронных машин
5. Проектирование механической модели мехатронного устройства
6. Разработка аппаратных средств сбора и представления данных
7. Что в CALS-технологиях и системах PDM понимается под управлением конфигурацией изделия?
8. Типовые комплектующие узлы мехатронных машин
9. Исходные данные для проектирования
10. Проектирование рабочих органов мехатронных машин
11. Проектирование управляемых источников питания
12. Проектирование внепроцессорных устройств контроля и управления
13. Проектирование роботизированных технологических комплексов
14. Проектирование цифровых систем управления мехатронными машинами
15. Синтез структурно математических моделей систем контроля и управления мехатронными машинами
16. Какая характеристика называется передаточной функцией?
17. Какой показатель качества называется статической ошибкой?
18. Что входит в состав робототехнического комплекса

Список рекомендуемой литературы

1. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств / А.П. Лукинов. - СПб. [Электронный ресурс]: Лань, 2012. – 608 с.
2. Тунгусов А.А. Технические средства предприятий сервиса: учебное пособие/ А. А. Тунгусов; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра телевидения и управления. - Томск: В-Спектр, 2007. -173[1] с.
3. Шидловский С.В. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 100 с.
4. Горитов А.Н. Моделирование адаптивных мехатронных систем: / А. Н. Горитов, А. М. Корилов-Томск: В-Спектр, 2007. – 291с.
5. Единая система конструкторской документации [Текст]: справочное пособие / С. С. Борушек [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательство стандартов, 1989 - 352 с.
6. Осипов О.Ю. Основы мехатроники. / Ю.М. Осипов, П.К. Васенин, Д.А. Медведев, С.В. Негодяев. - Томск: Изд-во ТУСУР, 2007. – 162 с.
7. Шишмарев В.Ю. Технические измерения и приборы: учебник для вузов/ В.Ю. Шишмарев. - 3-е изд, перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2022. - 377 с.