



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП


(подпись) Н.И. Игнатьев

УТВЕРЖДАЮ
Директор Департамента энергетических систем


(подпись) К.А. Штым
22 декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Моделирование систем управления
Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Современные системы электроприводов
Форма подготовки: очная

курс 1 семестр 2
лекции 18 час.
практические занятия не предусмотрены
лабораторные работы 36 час.
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.
самостоятельная работа 54 час.
зачет 2 семестр
экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018 г. №147.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента энергетических систем, протокол от 22 декабря 2022 г. №3.

Директор департамента
Составитель: к.т.н., доцент

К.А. Штым
Н.М. Марченко

Владивосток
2021

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____
5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – закрепление приобретенных навыков работы на компьютере, изучение методов моделирования элементов и систем управления электроприводов, а также освоение современных программных продуктов, позволяющих моделировать элементы и системы управления различными методами.

Задачи дисциплины:

- познакомить студентов с методами составления математического описания функциональных блоков систем управления электроприводов;
- научить разрабатывать математические и виртуальные модели отдельных функциональных блоков и систем электроприводов;
- исследовать поведение реальных объектов на моделях.

Профессиональная компетенция выпускников и индикатор ее достижения представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Профессиональные компетенции выпускников

| Наименование категории (группы) универсальных компетенций | Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения) | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--|---|---|
| Проектный | ПК-2 – Способность формировать техническое задание на проектирование системы электропривода | ПК-2.2 – Формирует план-график работ по проектированию системы электропривода |

Таблица 2 – Индикаторы достижения профессиональных компетенций выпускников

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине) |
|---|---|
| ПК-2.2 – Формирует план-график работ по проектированию системы электропривода | Знает требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования к устройству системы электропривода; требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования к разработке проектов системы электропривода; требования |

| | |
|--|--|
| | охраны труда к процессам проектирования систем электропривода; меры безопасности при проектировании систем электропривода |
| | Умеет определять сроки реализации и состав стадий и этапов проектирования системы электропривода |
| | Владеет навыками формирования план-графика работ по проектированию системы электропривода в соответствии с требованиями нормативных правовых актов, документов системы технического регулирования, правил охраны труда |

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов). Форма обучения – очная.

Виды учебных занятий и работы обучающегося, а также структура дисциплины приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Виды учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине

| Обозначение | Виды учебных занятий и работы обучающегося |
|-------------|---|
| Лек | Лекции |
| Лаб | Лабораторные работы |
| Пр | Практические занятия |
| СР | Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения |
| Контроль | Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации |
| ОК | Онлайн-курс |

Таблица 4 – Структура дисциплины

| № | Наименование раздела дисциплины | С е м е с т р | Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося | | | | | | Формы промежуточной аттестации |
|---|---|---------------------------------|---|-----|----|----|----|-----------|--------------------------------|
| | | | Лек | Лаб | Пр | ОК | СР | Конт роль | |
| 1 | Тема 1. Введение: общие вопросы моделирования | 2 | 2 | - | - | - | 54 | - | зачёт |
| 2 | Тема 2. Технические и | 2 | 2 | - | - | | | | |

| | | | | | | | | | |
|--------|---|---|----|----|---|---|----|---|-------|
| | программные средства моделирования | | | | | | | | |
| 3 | Тема 3. Математическое описание систем управления | 2 | 2 | - | - | | | | |
| 4 | Тема 4. Характеристика и возможности пакета MatLab | 2 | 1 | 8 | - | | | | |
| 5 | Тема 5. Моделирование отдельных функциональных блоков систем управления | 2 | 4 | 16 | - | | | | |
| 6 | Тема 6. Моделирование линейных систем управления | 2 | 4 | 8 | - | | | | |
| 7 | Тема 7. Моделирование нелинейных систем управления | 2 | 3 | 4 | - | | | | |
| Итого: | | 2 | 18 | 36 | - | - | 54 | - | зачёт |

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 часов)

Тема 1. Введение: общие вопросы моделирования. При проведении лекции используется интерактивная форма обучения «лекция-беседа» (2 часа)

1. Основные понятия и определения.
2. Типы моделей и виды моделирования.
3. Этапы процесса моделирования.

Тема 2. Технические и программные средства моделирования (2 часа)

1. Типы и характеристики вычислительных машин: аналоговые и цифровые вычислительные машины.
2. Требования к математическим моделям.
3. Понятие алгоритма.
4. Требования к программным продуктам.

5. Моделирование как этап процесса проектирования систем управления электроприводов.

Тема 3. Математическое описание систем управления (2 часа)

1. Численные методы решения дифференциальных уравнений.
2. Ошибки и погрешности численных методов.
3. Формы математического описания систем управления для моделирования на ЦВМ.
4. Подготовка структурной схемы для моделирования.

Тема 4. Характеристика и возможности пакета MatLab (1 час)

1. Составные части пакета MatLab.
2. Возможности пакета MatLab.
3. Свойства и особенности пакета MatLab.

Тема 5. Моделирование отдельных функциональных блоков систем управления. При проведении лекции используется интерактивная форма обучения «круглого стола» (4 часа)

1. Типовые регуляторы.
2. Двигатели различных типов.
3. Источники питания.
4. Датчики.
5. Нелинейные звенья.
6. Особенности моделирования перечисленных блоков в MatLab.

Тема 6. Моделирование линейных систем управления (4 часа)

1. Структурный метод моделирования.
2. Векторно-матричный метод моделирования.
3. Особенности моделирования данных систем в MatLab.

Тема 7. Моделирование нелинейных систем управления (3 часа)

1. Математическое описание нелинейных систем управления.
2. Особенности моделирования данных систем в MatLab.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Лабораторные работы (36 часов)

Лабораторная работа № 1. Назначение и структура приложения Simulink пакета MatLab (4 часа). Занятие проводится с использованием интерактивного метода «круглого стола»

Перечень рассматриваемых вопросов:

1. Изучение структуры Library Browser приложения Simulink.
2. Освоение способов построения моделей в рабочем окне приложения Simulink.
3. Изучение свойств моделей согласно программе работы с использованием регистрирующих виртуальных приборов.

Лабораторная работа № 2. Назначение и структура библиотеки Simscape приложения Simulink пакета MatLab (4 часа). Занятие проводится с использованием интерактивного метода «круглого стола»

Перечень рассматриваемых вопросов:

1. Изучение структуры Simscape приложения Simulink.
2. Исследование и анализ процессов, протекающих в различных электротехнических устройствах, на моделях с использованием регистрирующих виртуальных приборов.

Лабораторная работа № 3. Моделирование линейных динамических звеньев и типовых нелинейностей на ЦВМ (4 часа)

Перечень рассматриваемых вопросов:

1. Моделирование линейных динамических звеньев двумя способами: с использованием стандартных блоков приложения Simulink и с использованием структурной модели на базе детализированной структурной схемы.
2. Моделирование типовых нелинейностей с использованием стандартных блоков приложения Simulink.
3. Произвести синтез модального регулятора по указанным переменным состояния электропривода заданной структуры, используя в качестве стандартных уравнений различные критерии.

Лабораторная работа № 4. Моделирование двигателя постоянного тока независимого возбуждения в приложении Simulink пакета Matlab (6 часов)

Перечень рассматриваемых вопросов:

1. Расчет параметров ДПТ НВ для моделирования.
2. Снятие экспериментальных динамических характеристик ДПТ НВ в режимах пуска и регулирования скорости на виртуальной модели ДПТ.
3. Снятие экспериментальных динамических характеристик ДПТ НВ в режимах пуска и регулирования скорости на структурной модели ДПТ.
4. Проведение сравнительного анализа полученных в результате моделирования результатов

Лабораторная работа № 5. Моделирование асинхронного двигателя в приложении Simulink пакета Matlab (6 часов)

Перечень рассматриваемых вопросов:

1. Расчет параметров АД для моделирования.
2. Снятие экспериментальных динамических характеристик АД в режимах пуска и регулирования скорости на виртуальной модели.

3. Снятие экспериментальных динамических характеристик АД в режимах пуска и регулирования скорости на структурной модели.

4. Проведение сравнительного анализа полученных в результате моделирования результатов.

Лабораторная работа № 6. Моделирование линейных систем управления в приложении Simulink пакета Matlab (8 час)

Перечень рассматриваемых вопросов:

1. Настройка контуров регулирования на оптимум по модулю и на симметричный оптимум.

2. Подготовка структурных схем линейных систем управления для моделирования.

3. Расчет параметров функциональных блоков линейной системы управления.

4. Получение экспериментальных кривых в ходе моделирования в пакете Matlab.

5. Оценка качества настройки контуров системы управления.

Лабораторная работа № 7. Моделирование типовых регуляторов с ограничением на ЦВМ (4 часа). Занятие проводится с использованием интерактивного метода «моделирование производственных процессов и ситуаций».

Перечень рассматриваемых вопросов:

1. Исследование на моделях принципов работы типовых регуляторов с ограничением.

2. Проведение анализа экспериментальных данных.

Самостоятельная работа (54 часа)

Тема 1. Введение: общие вопросы моделирования (6 часов)

1. Подготовка конспекта по выбранной тематике (вопросы 1-3).

Тема 2. Технические и программные средства моделирования (4 часа)

1. Подготовка конспекта по выбранной тематике.
2. Подготовка к сдаче зачёта (вопросы 4-7).

Тема 3. Математическое описание систем управления (6 часов)

1. Подготовка конспекта по выбранной тематике.
2. Подготовка к сдаче зачёта (вопросы 7-15).

Тема 4. Характеристика и возможности пакета MatLab (4 часа)

1. Подготовка конспекта по выбранной тематике.
2. Подготовка к сдаче зачёта (вопросы 17-21).

Тема 5. Моделирование отдельных функциональных блоков систем управления (18 часов)

1. Подготовка конспекта по выбранной тематике.
2. Подготовка к сдаче зачёта (вопросы 12-18).

Тема 6. Моделирование линейных систем управления (9 часов)

1. Подготовка конспекта по выбранной тематике.
2. Подготовка к сдаче зачёта (вопросы 11, 19).

Тема 7. Моделирование нелинейных систем управления (7 часов)

1. Подготовка конспекта по выбранной тематике.
2. Подготовка к сдаче зачёта (вопросы 12, 13, 21).

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Моделирование систем управления» включает в себя:

- характеристику заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

Материалы для самостоятельной работы студентов подготовлены в виде тем/разделов дисциплины. Типовые вопросы для подготовки конспекта создают условия для более глубокого изучения методов моделирования функциональных устройств и системы электропривода в целом.

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде письменного конспекта.

Изложение в конспекте должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами. Материалы конспекта должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Материал представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;

- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Конспект выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4. Таблицы и схемы могут быть выполнены на листах иного формата, но должны быть аккуратно сложены по формату А4. Объем отчета составляет не более 8-10 страниц.

Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

✓ 10-9 баллов выставляется студенту, если студент полностью раскрыл тему. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 8-7 баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при написании конспекта или одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 7-6 баллов – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок в написании конспекта или оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 6-5 баллов – работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в тексте, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Таблица 5 – Контроль достижения целей курса

| № п/п | Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины | Коды и этапы формирования компетенций | | Оценочные средства - наименование | |
|-------|---|--|--|---|--|
| | | | | текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1 | Тема 1. Введение: общие вопросы моделирования. | ПК 2.2 - Формирует план-график работ по проектированию системы электропривода | Знает требования нормативных актов и документов системы регулирования к устройству системы электропривода; требования нормативных правовых актов и документов системы технического | Блиц-опросы на лекциях в течение семестра | Зачет. Вопросы 1-3 перечня типовых вопросов к зачёту |

| | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|
| 2 | Тема 2. Технические и программные средства моделирования. | | регулирующие к разработке проектов системы электропривода; требования охраны труда к процессам проектирования систем электропривода; меры безопасности при проектировании систем электропривода | | Зачет. Вопросы 4-7 перечня типовых вопросов к зачёту |
| 3 | Тема 3. Математическое описание систем управления | | Зачет. Вопросы 7-15 перечня типовых вопросов к зачёту | | |
| 4 | Тема 4. Характеристика и возможности пакета MatLab | | Умеет определять сроки реализации и состав стадий и этапов проектирования системы электропривода | | Зачет. Вопросы 17-21 перечня типовых вопросов к зачёту |
| 5 | Тема 5. Моделирование отдельных функциональных блоков систем управления | | Владеет навыками формирования план-графика работ по проектированию системы электропривода в соответствии с требованиями нормативных правовых актов, документов системы технического регулирования, правил охраны труда | | Зачет. Вопросы 12-18 перечня типовых вопросов к зачёту |
| 6 | Тема 6. Моделирование линейных систем управления | | Зачет. Вопросы 11, 19 перечня типовых вопросов к зачёту | | |
| 7 | Тема 7. Моделирование нелинейных систем управления | | Зачет. Вопросы 12, 13, 21 перечня типовых вопросов к зачёту | | |

VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Марченко Н.М. Моделирование в MATLAB электротехнических устройств: учеб. пособие для вузов / Политехнический институт ДВФУ. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2021. – 123 с. — Режим доступа: <http://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000892504>

2. Терёхин В. Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink : учебное пособие для вузов / В. Б. Терёхин, Ю. Н. Дементьев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 306 с. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/492797>

3. Фурсов В. Б. Моделирование электропривода: учебное пособие / В. Б. Фурсов. – СПб.: Лань, 2019. – 220 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/121467>

Дополнительная литература

1. Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебно-методическое пособие / С. Г. Герман-Галкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/36998>

2. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2007. – 288 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1175>

3. Марченко Н.М., Ханнанов А.М. Моделирование линейных систем управления в приложении Simulink пакета MatLab. Методические указания к лабораторной работе № 3. – Владивосток: ДВГТУ, 2009. – 19 с. — Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:382407&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. КонсультантПлюс : официальный сайт. – Москва, 1997. – Текст : электронный. – URL: <https://www.consultant.ru>
2. Министерство энергетики РФ : официальный сайт. – Москва, 2013. – Текст. Изображение : электронные. – URL: <https://www.minenergo.gov.ru>
3. Научная электронная библиотека : [сайт]. – Москва, 2005. – Текст. Изображение : электронные. – URL: <https://www.elibrary.ru>
4. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ : [сайт]. – Москва, 2011. – Текст : электронный. – URL: <https://e.lanbook.com>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т.д.); программное обеспечение для выполнения математических расчётов Mathcad; пакет MATLAB; программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса используются следующие информационно справочные системы: ЭБС ДВФУ, профессиональная поисковая система JSTOR, электронная библиотека диссертаций РГБ, Научная электронная библиотека eLIBRARY, электронно-библиотечная система издательства «Лань», электронная библиотека "Консультант студента", электронно-библиотечная система IPRbooks, информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам".

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины «Моделирование систем управления» отводится 54 часа аудиторных занятий и 54 часа самостоятельной работы.

Современные образовательные технологии предусматривают взаимосвязанную деятельность преподавателя и учащихся. При изучении данной дисциплины используются традиционные и интерактивные образовательные технологии:

- **лекции** (рассмотрение теоретического материала) с использованием мультимедийных технологий (презентации), диалог с аудиторией, устные блиц-опросы в начале лекции ориентированы на обобщение и определение взаимосвязи лекционного материала;

- **лабораторные работы** проводятся на основе совмещения коллективного и индивидуального обучения. На этих занятиях студентам предлагается работать самостоятельно: изучать возможности для моделирования приложения Simulink пакета MATLAB, разрабатывать модели функциональных устройств систем электроприводов и систем в целом, рассчитывать параметры настройки и настраивать модели, исследовать на моделях различные режимы объектов изучения. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения практических задач по проведению экспериментов на моделях, помогает правильно интерпретировать результаты моделирования. Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть лекцию или соответствующие методические разработки.

- **самостоятельная работа** в виде подготовки к блиц-опросу, подготовки конспекта направлена на закрепление материала, изученного в ходе лекций и лабораторных работ.

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|--|--|--|
| Компьютерный класс, Департамент энергетических систем, ауд. E524, E525 | Моноблок Lenovo C360 19,5 (1600x900), Core i3-4160T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 500GB HDD 7200 SATA, DVDRW, GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse, Win10(64-bit),1-1-1 Wty | – AutoCAD 2017 – трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – Project Expert 7 Tutorial – учебная версия программы, иллюстрирующая все возможности версии Holding. Представляет собой |
| Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10) | Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/- RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и | обучающий тренажер по инвестиционному проектированию и бизнес планированию для студентов, изучающих финансы и экономику. Обладает всеми функциональными возможностями Holding, но исключаящими возможность коммерческого использования. Так, отсутствует экспорт данных в форматы Word, Excel, HTML, файлы txt; – Mathcad Prime 3.1 – стандартное отраслевое средство математического представления и расчетов, которое помогает учащимся вести практический цифровой блокнот расчетов; – AUTOCAD 2017 – |

| | | |
|--|---|---|
| | <p>читающими машинами, видеоувеличителем с возможностью регуляции цветových спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p> | <p>программный комплекс САПР для автоматизации работ на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку электротехнического и электроэнергетического оборудования;</p> <ul style="list-style-type: none"> – Консультант – законодательство РФ кодексы и законы в последней редакции. Удобный поиск законов кодексов приказов и других документов; – Техэксперт Клиент – Специализированные продукты для специалистов, включающие в себя крупнейшие подборки нормативных документов и справочной информации, а также целый комплекс уникальных сервисов и услуг; – 7Zip 9.20 – свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – Acrobat Reader DC – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – Microsoft Office 365 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.). |
|--|---|---|

Х. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств включает в себя:

- шкалу оценивания уровня сформированности компетенций с описанием индикаторов достижения освоения дисциплины согласно заявленным компетенциям (таблица 7);
- методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины;
- перечень типовых вопросов к зачету;
- критерии выставления оценки студенту на зачете (таблица 8);
- типовые задания для подготовки конспектов;
- критерии оценки конспектов;
- типовые задания для выполнения контрольных работ;
- критерии оценки контрольных работ.

Таблица 7 – Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

| Код и формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции | | критерии | показатели |
|--|--------------------------------|---|--|---|
| ПК-2 – Способность формировать техническое задание на проектирование системы электропривода | знает (пороговый уровень) | Знает требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования; требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования; требования охраны труда к процессам проектирования систем электропривода; меры безопасности при проектировании систем | знание современных требований к системам электроприводов | способность описать состояние эксплуатируемых электроприводов за последние 30 лет |

| | | | | |
|--|-------------------------------|---|--|---|
| | | электропривода | | |
| | умеет (продвинутой) | Умеет определять сроки реализации и состав стадий и этапов проектирования системы электропривода | умение систематизировать, анализировать и делать выводы по вопросам назначения и функционирования отдельных устройств и систем электроприводов | способность выполнить детальный анализ, сделать соответствующие выводы о состоянии и перспективах развития систем электроприводов |
| | владеет (высокой) | Владеет навыками формирования плана работ по проектированию системы электропривода в соответствии с требованиями нормативных правовых актов, документов системы технического регулирования, правил охраны труда | владение навыками исследования на моделях различных режимов работы функциональных устройств и систем электроприводов. энергетических систем | способность разрабатывать модели и использовать результаты моделирования при проектировании современных электроприводов |

Методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Моделирование систем управления» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Моделирование систем управления» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, подготовки конспектов) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по

аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Моделирование систем управления» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану видом промежуточной аттестации по дисциплине «Моделирование систем управления» предусмотрен зачет, который проводится в устной форме.

Перечень типовых вопросов к зачету

1. Перечислить основные типы моделей и виды моделирования, используемые для моделирования систем управления
2. Назвать этапы процесса моделирования.
3. Особенности математического моделирования.
4. Свойства алгоритмов.
5. Требования, предъявляемые к алгоритмам моделей систем управления.
6. Погрешности и ошибки, возникающие при решении математических задач.

7. Технические средства моделирования, их характеристики и особенности.

8. Моделирование как этап процесса проектирования.

9. Требования, предъявляемые к моделям систем управления электроприводов.

10. Формы математического описания систем управления.

11. Структурное моделирование, его особенности.

12. Методы подготовки структурных схем к моделированию.

13. Математическое описание типовых нелинейностей с ограничением.

14. Математическое описание гладко-непрерывных нелинейностей.

15. Способы моделирования нелинейностей в системе MATLAB.

16. Способы моделирования динамических звеньев в системе MATLAB.

17. Моделирование типовых регуляторов с ограничением в системе MATLAB.

18. Моделирование двигателей постоянного тока в системе MATLAB.

19. Моделирование двигателей переменного тока в системе MATLAB.

20. Моделирование линейных систем управления. Методы их математического описания.

21. Моделирование нелинейных систем управления. Методы их математического описания.

22. Использование виртуальных приборов для измерения электрических и технологических параметров систем управления в системе MATLAB.

Таблица 8 – Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине

| Баллы (рейтинговой оценки) | Оценка зачета (стандартная) | Требования к сформированным компетенциям |
|----------------------------------|-----------------------------------|---|
| 61-100 | «зачтено» | Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. |
| менее 61 | «не зачтено» | Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на практические вопросы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

Типовые задания для подготовки конспектов

1. Виды моделей, их характеристика, применение.
2. Основные технические средства моделирования в электроприводе.
3. Методы математического описания систем управления.
4. Методы подготовки структурных схем для моделирования.
5. Математическое описания типовых нелинейностей, встречающихся в системах управления электроприводов.
6. Математическое описание гладко-непрерывных нелинейностей, встречающихся в системах управления электроприводов.
7. Настройка моделей и моделирование нелинейностей различных типов в MATLAB.
8. Настройка моделей и моделирование динамических звеньев в MATLAB.
9. Настройка и моделирование типовых регуляторов в MATLAB.
10. Расчет параметров настройки и исследование на моделях двигателей постоянного тока.
11. Расчет параметров настройки и исследование на моделях двигателей переменного тока.

12. Подготовка к моделированию структурных схем линейных систем управления.

13. Подготовка к моделированию структурных схем нелинейных систем управления.

Критерии оценки конспектов

- 10-9 баллов выставляется студенту, если конспект составлен по плану, соблюдается логичность, последовательность изложения материала, качественное внешнее оформление;

- 8-7 баллов выставляется студенту, если конспект выполнен по плану, но некоторые вопросы раскрыты не полностью, есть небольшие недочеты в работе;

- 6-5 баллов выставляется студенту, если, при выполнении конспекта наблюдается отклонение от плана, нарушена логичность, удовлетворительное внешнее оформление;

- 4-0 баллов выставляется студенту, если тема не раскрыта, неудовлетворительное внешнее оформление.

Типовые задания для выполнения контрольных работ

Студенты выполняют четыре тестовые контрольные работы в семестре в соответствии с изучаемыми разделами дисциплины "Моделирование систем управления". Тематика вопросов контрольных работ и сроки их написания сообщаются студентам в начале семестра.

Контрольная работа №1. «Общие вопросы моделирования. Типы моделей и виды моделирования». 12 билетов по 2 контрольных вопроса.

Контрольная работа №2. «Детализированные структурные схемы. Математическое описание линейных динамических звеньев и типовых нелинейностей с ограничением». 14 билетов по 2 контрольных вопроса.

Контрольная работа №3. «Математическое описание линейных систем управления в векторно-матричной форме». 15 билетов по 2 контрольных вопроса.

Контрольная работа №4. «Математическое описание нелинейных систем управления». 8 билетов по 2 контрольных вопроса.

Контрольные работы оцениваются по 4-х балльной системе (от 2 до 5 баллов).

Комплекты контрольных работ в бумажном и электронном вариантах находятся в Департаменте энергетических систем.

Критерии оценки выполнения контрольных работ

✓ 10-9 баллов выставляется студенту, если студент правильно выполнил все задания контрольной работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 8-7 баллов – работа выполнена полностью, допущено не более 1 ошибки. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 6-5 баллов – работа выполнена не полностью, допущено не более 2 ошибок. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 4-0 баллов – работа выполнена не полностью. Допущено несколько ошибок в расчётах. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.