

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор


(подпись)

« 31 » 03



А.А. Каракозов

20 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.12 Моделирование электромеханических систем**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Электропривод и автоматика
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, очно-заочная
(очная, заочная, очно-заочная)

| Форма обучения: | Очная | Очно-заочная |
|---|-------------|--------------|
| Семестр(ы) | 6 | 8 |
| Общая трудоёмкость в з.е./часах | 4,5/162 | 4,5/162 |
| Контактная работа (час.), в том числе: | 72 | 40 |
| лекции (час.) | 34 | 16 |
| лабораторные работы (час.) | 34 | 18 |
| практические (семинарские) занятия (час.) | - | - |
| Самостоятельная работа (час.), в том числе: | 54 | 86 |
| курсовой проект (работа) (семестр/час.) | - | - |
| Контроль (экзамен, час./зачёт) | экзамен, 36 | экзамен, 36 |

Донецк, 2023 г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает принципы составления математических, компьютерных и имитационных моделей электромеханических систем, методы формулирования целей и задач моделирования и методики анализа их результатов.

Цель дисциплины: обучение студентов методам представления электромеханических систем в виде структурных схем на примере систем автоматизированного электропривода постоянного тока.

В результате освоения дисциплины студент должен:

- *знать* методы получения математического описания и структурных схем непрерывных и дискретных динамических систем с учетом имеющихся нелинейностей; особенности разработки компьютерных моделей наиболее распространенных систем электропривода постоянного тока;

- *уметь* создавать компьютерные модели простейших систем автоматизированного электропривода в среде Matlab/Simulink; проводить анализ статических и динамических свойств электромеханических систем;

- *владеть* методиками разработки математических и компьютерных моделей электромеханических систем; навыками планирования и анализа результатов компьютерного моделирования.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способностью моделировать объекты профессиональной деятельности с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования (ПК-2).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: информатика, электроника и микросхемотехника, теория автоматического управления, теория электропривода, математические методы в электротехнике, современные пакеты прикладных программ.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении курсовой работы по дисциплине «Моделирование и имитация механотронных систем», курсового проекта по дисциплине «Системы управления электроприводами», прохождении государственной итоговой аттестации, подготовке квалификационной выпускной работы бакалавра и магистра.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

| Наименование темы (содержательных модулей) | Количество часов (очная/очно-заочная форма) | | | | |
|---|--|-------------|-------|--------------------|-------|
| | Всего | В том числе | | | |
| | | Лекции | Лабор | Практ. (Семин.) | СРС |
| Тема 1. Общие понятия моделирования | 6/8 | 2/2 | 2/2 | 0 | 2/4 |
| Тема 2. Моделирование непрерывных линейных стационарных систем | 10/12 | 2/2 | 4/2 | 0 | 4/8 |
| Тема 3. Моделирование дискретных систем | 8/12 | 2/2 | 2/2 | 0 | 4/8 |
| Тема 4. Моделирование нелинейных систем | 10/12 | 2/2 | 4/2 | 0 | 4/8 |
| Тема 5. Автоматизация процесса моделирования | 8/8 | 4/2 | 2/0 | 0 | 2/6 |
| Тема 6. Математическая модель двигателя постоянного тока с независимым возбуждением | 16/14 | 4/2 | 4/2 | 0 | 8/10 |
| Тема 7. Синтез и моделирование системы подчиненного регулирования скорости двигателя постоянного тока | 52/40 | 12/2 | 16/8 | 0 | 24/30 |
| Тема 8. Моделирование систем косвенного регулирования скорости | 10/8 | 4/2 | 0/0 | 0 | 6/6 |
| Тема 9. Нормирование структурных схем | 6/6 | 2/0 | 0/0 | 0 | 4/6 |
| Курсовая работа (проект) | 0/0 | | | | 0/0 |
| Контактная работа (дополнительная) | 4/6 | | | | |
| Итого по видам занятий | 126/126 | 34/16 | 34/18 | | 58/86 |
| Контроль | 36/36 | | | | |
| ИТОГО: | 162/162 | | | | |

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

| Компетенции | Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции |
|-------------|---|
| ПК-2 | Темы 1-9 |

3.2 Лекции

Тема 1. Общие понятия моделирования.

Содержание темы 1: Классификация объектов и систем. Отличия аналогового и цифрового моделирования. Понятие модели.

Литература к теме 1: [1, 2].

Тема 2. Моделирование линейных непрерывных стационарных систем.

Содержание темы 2: Дифференциальные уравнения и формы их представления. Получение передаточных функций по дифференциальному уравнению. Запись передаточных функций через нули и полюсы. Понятие пространства состояний. Канонические формы пространства состояний. Детализация структурных схем.

Литература к теме 2: [1, 2].

Тема 3. Моделирование дискретных систем.

Содержание темы 3: Особенности дискретных систем. Переход от дифференциальных уравнений к разностным. Дискретные передаточные функции. Методы получения дискретных передаточных функций. Методы дискретного интегрирования. Экстраполяторы.

Литература к теме 3: [1, 2].

Тема 4. Моделирование нелинейных систем.

Содержание темы 4: Классификация нелинейностей. Типовые нелинейности: модуль, знак, зазор, зона нечувствительности, ограничение координат, гистерезис. Аналитические нелинейности и способы их задания. Табличные нелинейности. Интерполяция и экстраполяция.

Литература к теме 4: [1, 2].

Тема 5. Автоматизация процесса моделирования.

Создание сценариев автоматического моделирования в среде Matlab. Создание кнопок. Вопросы наглядности структурных схем. Подсистемы и операции над ними. Запуск подсистем по условию. Deskriptorная графика.

Литература к теме 5: [1, 2].

Тема 6. Математическая модель двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.

Содержание темы 6: Математическое описание двигателя постоянного тока. Упрощения и допущения. Передаточная функция двигателя постоянного тока и анализ ее динамических показателей. Модель силового преобразователя.

Особенности моделирования двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.

Литература к теме 6: [1, 2].

Тема 7. Синтез и моделирование системы подчиненного регулирования скорости двигателя постоянного тока.

Содержание темы 7: Общие вопросы моделирования систем подчиненного регулирования. Синтез контура тока. Учет влияния ЭДС якоря. Синтез контура регулирования скорости. Способы снижения статической ошибки. Токоограничение. Моделирование нагрузок на электропривод. Моделирование системы подчиненного регулирования скорости без задатчика интенсивности. Интегральный задатчик интенсивности. Моделирование системы подчиненного регулирования скорости с задатчиком интенсивности.

Литература к теме 7: [1, 2].

Тема 8. Моделирование систем косвенного регулирования скорости.

Содержание темы 8: Восстановление информации о скорости вращения двигателя с помощью дополнительных измерений. Классификация систем косвенного регулирования скорости. Системы с виртуальной моделью объекта. Системы с контуром регулирования напряжения якоря. Системы с контуром регулирования ЭДС якоря. Сравнительный анализ динамики систем косвенного регулирования скорости.

Литература к теме 8: [1, 2].

Тема 9. Нормирование структурных схем.

Содержание темы 9: Понятие системы относительных единиц и ее назначение. Выбор базовых величин. Получение и моделирование системы подчиненного регулирования скорости двигателя постоянного тока в относительных единицах.

Литература к теме 9: [1, 2].

3.3 Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланировано.

3.4 Лабораторные работы

| № п/п | Тема работы | Объем, час. очн./очн.- заочн. | Литера тура |
|----------|--|-------------------------------------|----------------|
| 1 | Формирование входных сигналов и регистрация выходных сигналов в среде Simulink | 2/2 | [2, 6] |
| 2 | Знакомство с библиотечными линейными непрерывными динамическими звеньями | 4/2 | [2, 6] |

| | | | |
|---------------|---|-------|--------|
| | программы Simulink | | |
| 3 | Знакомство с библиотечными линейными дискретными динамическими звеньями программы Simulink | 2/2 | [2, 6] |
| 4 | Знакомство с библиотечными нелинейными блоками программы Simulink | 4/2 | [2, 6] |
| 5 | Создание подсистем и их маскирование | 2/0 | [2, 6] |
| 6 | Моделирование разомкнутой системы СП-Д с постоянным возбуждением | 4/2 | [2, 7] |
| 7 | Исследование переходных функций контура регулирования тока | 4/2 | [2, 7] |
| 8 | Исследование переходных функций контура регулирования скорости | 4/2 | [2, 7] |
| 9 | Моделирование системы подчиненного регулирования скорости без задатчика интенсивности | 4/2 | [2, 7] |
| 10 | Моделирование системы подчиненного регулирования скорости с интегральным задатчиком интенсивности | 4/2 | [2, 7] |
| ИТОГО: | | 34/18 | |

3.5 Самостоятельная работа студента

| № п/п | Виды самостоятельной работы студента | Объем, час. очн./очн.- заочн. |
|---------------|--------------------------------------|--|
| 1 | Изучение лекционного материала | 26/42 |
| 3 | Подготовка к лабораторным работам | 32/44 |
| ИТОГО: | | 58/86 |

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Программой дисциплины предусмотрено выполнение студентами курсовой работы и индивидуального задания не запланировано.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны неполные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;

- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Вопросы к экзамену:

1. Составить структурную схему разомкнутой системы СП-Д с постоянным возбуждением.
2. Составить структурную схему двухконтурной системы регулирования скорости без задатчика интенсивности.
3. Составить структурную схему двухконтурной системы регулирования скорости с задатчиком интенсивности.
4. Составить имитационную модель двигателя постоянного тока.
5. Составить структурную схему узла формирования нагрузки.
6. Выполнить преобразование структурной схемы в систему относительных единиц.
7. Составить структурную схему системы косвенного регулирования скорости.
8. Разработать алгоритм автоматического проведения серии модельных экспериментов.
9. Вычислить численные значения параметров режима работы электропривода

по полученным графическим характеристикам.

10. Выполнить анализ статических и динамических свойств заданной системы электропривода.

11. Выполнить анализ влияния параметров двигателя на форму переходных процессов.

Пример экзаменационного билета:

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Программа подготовки: бакалавриат

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль: Электропривод и автоматика

Семестр: 6

Учебная дисциплина: Моделирование электромеханических систем

БИЛЕТ № 1

Составить модель системы подчиненного регулирования скорости с ИФ-регулятором скорости. Обеспечить уменьшение статизма системы в 5 раз по сравнению с разомкнутой системой. Обеспечить пуск, реверс и торможение без задатчика интенсивности. Моделировать при постоянной активной нагрузке $0,8M_n$. В момент времени $400 T_\mu$ набросить реактивную нагрузку на уровне $0,3 M_n$.

Исходные данные: $U_{ян}=200 \text{ В}$; $I_{ян}=15 \text{ А}$; $\omega_n=50 \text{ с}^{-1}$; $R_{я}=3,5 \text{ Ом}$; $L_{я}=17 \text{ мГн}$; $J=0,12 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $I_{\max}=2,5 I_{ян}$; $T_\mu=2 \text{ мс}$.

Зав. кафедрой

Розкаряка П.И. Экзаменатор

Бажутин Д.В.

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Моделирование электромеханических систем»

для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль: Электропривод и автоматика.

Экзамен проводится в виде практической работы на ПК по билетам. Билет содержит задание, содержащее указание типа моделируемой системы, исходные данные для расчета ее параметров, описание требуемых режимов работы системы и перечень сигналов, для которых необходимо построить графические зависимости.

Задания охватывают теоретическую часть курса, а также материал, изучаемый в ходе выполнения лабораторных работ.

Правильно выполненное задание оценивается в 50 баллов, получаемых по сумме составляющих: корректность составленной структурной схемы, правильный расчет ее параметров, разработка задающих устройств и реализация требуемых режимов работы, построение требуемых графических зависимостей.

Максимальный балл студент получает при условии построения требуемых графических зависимостей, демонстрирующих корректную работу системы во всех требуемых режимах. Если графические зависимости демонстрируют некорректную работу или на них отсутствуют некоторые из требуемых режимов работы, из оценки вычитается до 7 баллов. За ошибки в расчете параметров схемы или ошибки при составлении структурной схемы снимается по 7 баллов. Окончательная оценка дополнительно может корректироваться в зависимости от объема выполненной работы: за незначительные недоработки снимается меньше баллов, а за серьезные недочеты – больше.

Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS.

Утверждено на заседании кафедры электропривода и автоматизации
промышленных установок, протокол № ____ от __.__.20__ г.
Заведующий кафедрой _____ Розкаряка П.И.

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Моделирование электромеханических систем» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента осуществляется по результатам лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

| Форма контроля | Возможное количество баллов | Примечание |
|--------------------------------------|-----------------------------|---|
| Для студентов очной формы обучения | | |
| Отчёт по лабораторной работе | 5 | Задание выполнено правильно, полученные результаты обоснованы, приведен анализ полученного результата |
| | 3 | Задание выполнено в целом правильно, полученные результаты не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов |
| Итого по лабораторным работам | 50 | Из расчёта проведения десяти лабораторных работ. Оцениваются результаты каждой лабораторной работы. |

| Форма контроля | Возможное количество баллов | Примечание |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| (максимально возможное) | | |
| ИТОГО | 50 | Максимально возможное |

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – практическая, выполняется на ПК. Экзаменационный билет включает в себя задание, исходные данные для расчета параметров модели и перечень сигналов, подлежащих регистрации. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за выполнение задания экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если студентом правильно выполнены все пункты задания, получены и оформлены соответствующим образом необходимые графические материалы

В случае, если один из пунктов задания выполнен не в полном объеме, студенту начисляется количество баллов, равное половине от максимального количества по этому пункту. При отсутствии результата выполнения одного из пунктов задания студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

| Форма контроля | | Максимально возможное количество баллов |
|--|---|---|
| Выполнение заданий экзаменационного билета | Составлена структурная схема | 20 |
| | Выполнен расчет параметров | 10 |
| | Разработаны задающие устройства | 10 |
| | Получены указанные в билете графические зависимости | 10 |
| ИТОГО | | 50 |

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

| Сумма баллов по 100-балльной шкале | Оценка по шкале ECTS | Оценка по государственной шкале |
|------------------------------------|----------------------|---------------------------------|
| 90-100 | A | Отлично |
| 80-89 | B | Хорошо |
| 75-79 | C | |

| Сумма баллов по 100-бальной шкале | Оценка по шкале ECTS | Оценка по государственной шкале |
|--------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| 70-74 | D | Удовлетворительно |
| 60-69 | E | |
| 35-59 | FX | Неудовлетворительно |
| 0-34 | F* | |

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на лабораторных работах

На примере темы «Моделирование системы подчиненного регулирования скорости без задатчика интенсивности»:

1. Изложите методику синтеза каждого из рассматриваемых типов РС.
2. Определите аналитически статическое падение скорости при набросе нагрузки в исследуемой системе с разными типами РС, сравните его со статизмом разомкнутой системы СП-Д и с результатами моделирования.
3. Как уменьшить перерегулирование переходной функции контура скорости с ПИ-РС и с ИФ-РС без изменения статизма и частоты среза? Какой показатель качества при этом ухудшится?
4. Как уменьшить статизм системы с регулятором скорости без изменения частоты среза и демпфирования? Почему аналогичного результата нельзя добиться в системе с П-РС?
5. Как изменить частоту среза контура скорости с П-РС и с ПИ-РС?
6. Как изменить частоту среза контура скорости с РС, не изменяя его статизма по нагрузке?
7. Можно ли повторить выполненные на модели эксперименты на лабораторной установке? Если нет, то почему? Если да, то каким образом?
8. Сопоставьте форму ЛАЧХ с видом переходных функций. Прокомментируйте взаимосвязь этих графиков.
9. В каких режимах работы системы регулирования скорости будут проявляться исследованные в данной лабораторной работе свойства КРС?

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом выполнение курсовой работы не запланировано.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Компьютерное моделирование электромеханических систем постоянного и переменного тока в среде MATLAB Simulink : учебное пособие / Ю. Н.

Дементьев, В. Б. Терехин, И. Г. Однокопылов, В. М. Рулевский. — Томск : Томский политехнический университет, 2018. — 497 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/98983.html>.

2. Т Шакин, В. Н. Основы работы с математическим пакетом Matlab : учебное пособие / В. Н. Шакин, Т. И. Семенова. — Москва : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 132 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/92434.html>.

II Дополнительная литература

3. Коткин, Г. Л. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием MATLAB : учебное пособие / Г. Л. Коткин, Л. К. Попов, В. С. Черкасский. — 2-е изд. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет, 2017. — 203 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/93459.html>.

4. Синтез линейных систем автоматического управления в среде MATLAB : учебно-методическое пособие / М. Ю. Васильева, А. А. Усманова, И. Г. Габдрахманов, А. И. Валиев. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 176 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/96543.html>.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

5. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Моделирование электромеханических систем» / Сост.: Д.В. Бажутин. — Донецк: ДОННТУ, 2021. — 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader (доступ через личный кабинет студента).

6. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Моделирование электромеханических систем». Часть 1: «Общие вопросы моделирования» / Сост.: Д.В. Бажутин, О.В. Вапирова, Г.С. Чекавский, А.С. Сергиенко. — Донецк: ДОННТУ, 2021. — 96 с. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader (доступ через личный кабинет студента).

7. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Моделирование электромеханических систем» Часть 2: «Моделирование систем электропривода постоянного тока» / Сост.: Д.В. Бажутин, П.И. Розкаряка, В.Ю. Мариничев, А.С. Сергиенко. — Донецк: ДОННТУ, 2021. — - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader (доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

Учебная лаборатория №8.205а учебный корпус 8, для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: 3,2Ghz/1Gb (ОС - Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), Google Slides (бесплатная версия), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические).

7.2 Лабораторные занятия:

Дисплейный класс №8.205 учебный корпус 8 для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля (мультимедийное оборудование: компьютеры Intel Pentium 4 3Ghz//2Gb/160Gb (ОС - Windows XP Professional x86 и Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), специализированная мебель: доска передвижная, столы компьютерные, стулья ученические).

7.3 Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).