

**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 23 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.15 Моделирование и имитация мехатронных 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)	7	9
Общая трудоёмкость в з.е./часах	5,0/180	5,0/180
Контактная работа (час.), в том числе:	74	42
лекции (час.)	34	16
лабораторные работы (час.)	-	-
практические (семинарские) занятия (час.)	34	18
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	70	102
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	7/27	9/27
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 систем электропривода в составе мехатронных модулей промышленных механизмов.

Цель дисциплины: обучение студентов основам создания компьютерных моделей мехатронных систем с учетом особенностей системы автоматизированного электропривода и промышленных механизмов.

В результате освоения дисциплины студент должен:

- *знать* методы создания компьютерных моделей механических и мехатронных систем; особенности методов научного обоснования инновационных решений с использованием компьютерного моделирования;
- *уметь* разрабатывать компьютерные модели систем автоматизированного электропривода с учетом особенностей исполнительного механизма в среде Matlab/Simulink; проводить исследования эффективности технических решений в области мехатронных систем методами компьютерного моделирования;
- *владеть* методиками разработки математических, компьютерных и имитационных моделей мехатронных систем.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способностью моделировать объекты профессиональной деятельности с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования (ПК-2);
- готовностью использовать информационные технологии в своей предметной области (ПК-5).

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, моделирование электромеханических систем.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении курсовой работы по дисциплине «Моделирование и имитация мехатронных 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. Системы двухзонного регулирования скорости	12/12	4/2	4/2	0	4/8
Тема 2. Системы регулирования положения	12/14	4/4	4/4	0	4/6
Тема 3. Моделирование асинхронного двигателя	48/43	12/6	18/12	0	18/25
Тема 4. Моделирование синхронного двигателя с постоянными магнитами	10/10	4/1	0/0	0	6/9
Тема 5. Моделирование шаговых двигателей	6/6	2/1	0/0	0	4/5
Тема 6. Моделирование механических объектов	11/12	4/1	4/0	0	3/11
Тема 7. Имитационное моделирование мехатронных систем	12/12	4/1	4/0	0	4/11
Курсовая работа (проект)	27/27				27/27
Контактная работа (дополнительная)	6/8				
Итого по видам занятий	144/144	34/16	34/18		70/102
Контроль	36/36				
ИТОГО:	180/180				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ПК-2	Темы 1-7
ПК-5	Темы 1-7

3.2 Лекции

Тема 1. Системы двухзонного регулирования скорости.

Содержание темы 1: Математическое описание процессов в цепи возбуждения двигателя постоянного тока. Особенности регулирования скорости

во второй зоне. Типы систем двухзонного регулирования скорости. Формирование задающего воздействия. Системы раздельного регулирования. Системы совместного регулирования. Системы параметрического регулирования. Программная реализация систем двухзонного регулирования в системе Matlab/Simulink.

Литература к теме 1: [1, 2].

Тема 2. Системы регулирования положения.

Содержание темы 2: Типы систем регулирования положение. Модель датчика положения. Система относительных единиц. Большие, средние и малые перемещения. Желаемые диаграммы движения. Линейный регулятор положение. Параболический регулятор положения. Особенности реализации параболического регулятора в среде Matlab/Simulink. Задатчик положения. Влияние нагрузки на качество переходных процессов.

Литература к теме 2: [1, 2].

Тема 3. Моделирование асинхронного двигателя.

Содержание темы 3: Типы моделей асинхронного двигателя. Получение модели АД в трехфазной системе координат. Создание модели АД в среде Matlab/Simulink. Имитационное моделирование асинхронного двигателя. Моделирование процесса плавного пуска. Моделирование режима динамического торможения. Преобразования систем координат в АД. Вывод математической модели АД в произвольной ортогональной системе координат. Принцип ориентирования систем координат. Потокориентированное (векторное) управление АД. Математическая модель идентификаторов потокосцепления ротора и скорости. Особенности реализации системы векторного управления в среде Matlab/Simulink.

Литература к теме 3: [1, 2].

Тема 4. Моделирование синхронного двигателя с постоянными магнитами.

Содержание темы 4: Получение математической модели синхронного двигателя в трехфазной системе координат. Сравнение моделей СДПМ и АД. Переход к стационарной ортогональной системе координат. Особенности реализации системы векторного управления СДПМ.

Литература к теме 4: [1, 2].

Тема 5. Моделирование шаговых двигателей.

Содержание темы 5: Типы шаговых двигателей. Влияние конструкции шаговых двигателей на процессы в нем. Принцип управления шаговым двигателем. Получение упрощенной модели шагового двигателя. Особенности моделирования шаговых двигателей в среде Matlab/Simulink.

Литература к теме 5: [1, 2].

Тема 6. Моделирование механических объектов.

Содержание темы 6: Моделирование жесткой связи двигателя и механизма. Упруго-вязкие связи. Моделирование зазора в кинематической передаче. Моделирование механизмов с упругостями второго рода. Особенности моделирования силы трения. Трение покоя. Моделирование механизмов с распределенными параметрами. Модель ленточного конвейера. Модель трубопровода. Модель шахтной подъемной установки. Моделирование переменного момента инерции.

Литература к теме 6: [1, 2].

Тема 7. Имитационное моделирование механотронных систем.

Содержание темы 7: Библиотека SimScape. Особенности реализации имитационных моделей механизмов. Библиотека SimMechanics. Создание пространственных моделей механизмов. Взаимосвязь между библиотеками SimScape, SimMechanics и SimPowerSystems.

Литература к теме 7: [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	Моделирование разомкнутой системы СП-Д с регулируемым возбуждением	4/2	[2, 6]
2	Моделирование систем позиционного электропривода	4/4	[2, 6]
3	Синтез системы подчиненного регулирования при неизвестных параметрах объекта	4/0	[2, 6]
4	Моделирование асинхронного двигателя в трехфазной системе координат	4/4	[2, 6]
5	Моделирование асинхронного двигателя в блоках библиотеки SimPowerSystems	4/2	[2, 6]
6	Моделирование координатных преобразователей	4/2	[2, 6]
7	Моделирование асинхронного двигателя в ортогональной системе координат	4/2	[2, 7]
8	Моделирование системы векторного управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором	4/2	[2, 7]
9	Моделирование двухмассовых электромеханических систем	2/0	[2, 6]
ИТОГО:		34/18	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн./очн.- заочн.
1	Изучение лекционного материала	21/38
2	Подготовка к лабораторным работам	22/37
3	Выполнение курсовой работы	27/27
ИТОГО:		70/102

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Индивидуальное задание не предусмотрено.

Программой дисциплины предусмотрено выполнение студентами курсовой работы на тему «Исследование режимов работы систем автоматического управления электроприводами постоянного и переменного тока» [8].

Целью курсовой работы является приобретение и закрепление навыков составления математических моделей и структурных схем систем электропривода постоянного и переменного тока, механической части привода с учетом особенностей его эксплуатации, планирования исследований и анализа полученных результатов. В процессе работы углубляются знания, полученные в курсе «Моделирование и имитация мехатронных систем» в части разработки компьютерных и имитационных моделей систем автоматизированного электропривода. В качестве индивидуального задания студентам предлагается провести подробный анализ режимов работы одной из нескольких типов систем электропривода. В курсовой работе и при ее защите студент должен показать умение пользоваться теоретическим материалом курса для решения практических задач.

Курсовая работа выполняется в следующем объеме и в такой последовательности:

1. Математическое описание объекта управления и синтез системы автоматического управления.
2. Разработка структурной схемы модели системы электропривода.
3. Получение графических зависимостей и численных значений параметров, характеризующих различные режимы работы системы электропривода.
4. Обработка и анализ результатов компьютерного моделирования.

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 разомкнутой системы СП-Д с регулируемым возбуждением.
3. Составить структурную схему двухконтурной системы регулирования скорости без задатчика интенсивности.
4. Составить структурную схему двухконтурной системы регулирования скорости с задатчиком интенсивности.
5. Составить структурную схему системы независимого двухзонного регулирования скорости.
6. Составить структурную схему согласованного двухзонного регулирования скорости.
7. Составить структурную схему параметрического двухзонного регулирования скорости

8. Составить структурную схему системы позиционирования с линейным регулятором положения.
9. Составить структурную схему системы позиционирования с параболическим регулятором положения.
10. Составить структурную схему системы позиционирования с задатчиком положения.
11. Составить имитационную модель двигателя постоянного тока.
12. Составить имитационную модель асинхронного двигателя.
13. Составить структурную схему системы плавного пуска асинхронного двигателя с заданным законом частотного управления.
14. Составить структурную схему преобразования координат в асинхронном двигателе.
15. Составить структурную схему системы векторного управления асинхронным двигателем.
16. Составить структурную схему двухмассовой электромеханической системы.

Пример экзаменационного билета:

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Программа подготовки: бакалавриат

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль: Электропривод и автоматика

Семестр: 7

Учебная дисциплина: Моделирование и имитация мехатронных 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 и имитация мехатронных 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 55 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 и имитация мехатронных 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		

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
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 (максимально возможное)	45	Из расчёта проведения девяти лабораторных работ. Оцениваются результаты каждой лабораторной работы.
ИТОГО	45	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	15
	Получены указанные в билете графические зависимости	10
ИТОГО		55

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	
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 векторного управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором»:

1. В чем состоит принцип векторного управления?
2. Сделайте выводы относительно динамических свойств промоделированной системы векторного управления.
3. Каково предназначение блока компенсации в системе управления?
4. В чем преимущества использования «предупредительного» управления при компенсации влияния ВОС?
5. Как влияют на работу системы наличие каждой отдельной ВОС, их компенсация и способ компенсации?
6. В чем преимущества применения идентификационных устройств для определения потокосцепления ротора? Каковы возможные недостатки?
7. Чем, на ваш взгляд, будет отличаться модель системы векторного управления при управлении по законам $\Psi_s = const$ или $\Psi_m = const$?
8. Перечислите общие преимущества и недостатки систем векторного управления.

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

4.5 Курсовое проектирование

Согласно учебному плану по дисциплине «Моделирование и имитация мехатронных систем» предусмотрено выполнение курсовой работы на тему «Исследование режимов работы систем автоматического управления электроприводами постоянного и переменного тока».

Для разработки системы автоматизированного электропривода постоянного и переменного тока, для которых необходимо провести исследование типовых режимов работы с построением графических зависимостей электромагнитных и

электромеханических переходных процессов, а также определить численные значения параметров, характеризующих эти режимы работы. В задании приводится структура системы управления, пояснения ее работы, а также необходимые данные двигателя, силового преобразователя, задающих устройств и внешних воздействий.

№ п/п	Наименование раздела	Максимально возможное количество баллов
1	Математическое описание объекта управления и синтез системы автоматического управления.	25
2	Разработка структурной схемы модели системы электропривода.	25
3	Получение графических зависимостей и численных значений параметров, характеризующих различные режимы работы системы электропривода.	25
4	Обработка и анализ результатов компьютерного моделирования.	25
ИТОГО		100

При оценивании результатов выполнения курсовой работы руководствуются следующим распределением максимально возможного количества баллов по основным разделам работы:

Оценивание раздела производится исходя из следующего:

- правильное и обоснованное (аргументированное) решение, наглядно оформленный графический материал, грамотное применение методики расчёта – максимально возможное количество баллов;
- правильное решение с замечаниями по обоснованию (изложение материала не всегда логичное), имеются замечания по выбору проектных решений, приведенному расчёту и использованию его результатов – от 1/3 до 2/3 от максимально возможного количества баллов;
- неверное решение, неумение выполнить расчет для принятия решения, получения необходимых результатов – ноль баллов.

Итоговая оценка по курсовой работе определяется суммированием набранных по разделам баллов.

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 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).

7. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Моделирование и имитация механотронных систем» [Электронный ресурс] / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. Электропривод и автоматизация промышленных установок; с.: Д.В. Бажутин, О.В. Вапирова, В.Ю. Мариничев, А.С. Сергиенко. — Донецк: ДОННТУ, 2021. — 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader (доступ через личный кабинет студента).

8. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Моделирование и имитация механотронных систем» [Электронный ресурс] / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. Электропривод и автоматизация промышленных установок; сост.: Д.В. Бажутин, О.В. Вапирова, В.Ю. Мариничев. — 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).