

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Факультет приборостроения, электротехнических
и биотехнических систем
Кафедра электромеханики



УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

(подпись)

Тарасенко О.В.

04 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

По направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Магистерская программа: «Методы исследования и моделирования процессов в
электромеханических преобразователях энергии»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Моделирование электромеханических систем» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. – 19 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Моделирование электромеханических систем» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 147 с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами МИНОБРНАУКИ РОССИИ № 1456 от 26.11.2020 г., № 83 от 08.02.2021 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Д-р тех. наук, проф., заведующий кафедрой электромеханики Яковенко В.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электромеханики «14» 04 2023 г., протокол № 6-1

Заведующий кафедрой электромеханики В. Яковенко Яковенко В.В.

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем «14» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем С.П. Яременко Яременко С.П.

© Яковенко В.В., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целью дисциплины «Моделирование электромеханических систем» является приобретение знаний в области проектирования электрических двигателей переменного и постоянного тока с необходимыми технологическими параметрами, представления средства содействия улучшению энергетических показателей двигателей в период их проектирования, ориентирование в вопросах современного электромашиностроения и приборостроения, использование новые технологии, достижения науки, техники и требования стандартов, что гарантирует высокое качество продукции электромеханического направления.

Задачи: изучение методов моделирования электротехнических устройств и электромеханических систем; освоение современных методов инженерного моделирования электродвигателей с широким использованием ЭВМ и САПР; приобретение опыта в разработке моделей электродвигателей и выполнению конструкторско-графической документации с использованием программного обеспечения ЭВМ.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Моделирование электромеханических систем» относится к вариативной части цикла профессиональной подготовки. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются знания порядок разработки методик экспериментальных исследований в электроэнергетике и электротехнике; технологии проведения регламентных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования; перспективные технологии и методы энерго- и ресурсосбережения в электроэнергетике и электротехнике; современные проблемы и научно-технические задачи, решаемые в области электроэнергетики; как применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений; программы и методы проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем, разработку планов; осуществлять практическую проверку разрабатываемых методик экспериментальных исследований в электроэнергетике и электротехнике; выполнять регламентные испытания электроэнергетического и электротехнического оборудования; применять в своей профессиональной деятельности перспективные технологии и методы энерго- и ресурсосбережения в электро- энергетике и электротехнике; идентифицировать проблемы и формулировать научно-технические задачи, решаемые в области электроэнергетики; применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений; разрабатывать планы, программы и методики для проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем; навыками проведения экспериментальных исследований в электроэнергетике и электротехнике; навыками проведения регламентных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования; навыками разработки перспективных

технологий и методы энерго- и ресурсосбережения в электроэнергетике и электротехнике; навыками решения проблем и задач в процессе осуществления профессиональной деятельности в области электроэнергетики; навыками применения методов анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений; навыками разработки планов, программ и методик проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем.

Содержание дисциплины «Методы анализа электромагнитных процессов в электромеханических устройствах» является логическим продолжением содержания дисциплин «Электрические машины» и «Теория электропривода», служит основой для выполнения выпускной квалификационной работы

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-4. Способен оценивать допустимость и условия устойчивости режима электромеханических преобразователей энергии	ПК-4.1. Организует проведение наблюдений за состоянием электромеханических преобразователей энергии;	Знать: – методы и технические средства испытаний электрооборудования объектов профессиональной деятельности; – способы контроля режимов функционирования объектов профессиональной деятельности по показаниям контрольно-измерительных приборов и визуально.
	ПК-4.2. Определяет характеристики электромеханических преобразователей энергии;	Уметь: – применять методы и технические средства испытаний электрооборудования объектов профессиональной деятельности. – контролировать режимы функционирования объектов профессиональной деятельности по показаниям контрольно-измерительных приборов и визуально;
	ПК-4.3. Проводит испытание повышенным напряжением и измерение электрических характеристик электромеханических преобразователей энергии;	Владеть: – методами и технические средства диагностики электрооборудования объектов профессиональной деятельности; – способами определения неисправности в работе электромеханических преобразователей энергии
	ПК-4.4. Фиксирует отклонения параметров мониторинга от нормативных значений.	

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108 (3 зач. ед)	108 (3 зач. ед)
Обязательная контактная работа (всего) в том числе:	56	16
Лекции	14	6

Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	28	4
Лабораторные работы	14	6
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
-Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	52	92
Форма аттестации	зачет	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 1:

Тема 1. Виды моделирования. Математическое, аналоговое, подобное (физическое) моделирование. Первая теорема подобия.

Виды моделирования. Математическое, аналоговое, подобное (физическое) моделирование.

Тема 2. Физическое подобие явлений. Вторая теорема подобия.

Физическое подобие явлений. Вторая теорема подобия. Изготовление моделей на электропроводной бумаге.

Тема3. Третья теорема подобия.

Анализ размерностей. Выбор критериев подобия и базисных величин за счет преобразования уравнений изучаемого процесса.

Тема 4. Способы определения критериев подобия при математическом моделировании в электромеханике.

Расчет поля методом уравнений Лапласа в частных производных.

Тема 5. Расчет поля методом уравнений Лапласа в частных производных.

Расчет поля методом уравнений Лапласа в частных производных.

Тема 6. Критерии подобия для магнитных систем.

Критерии подобия для магнитных систем

Тема 7. Расчет поля магнитной системы на примере П-образной магнитной системы с двумя катушками методом конформных отображений.

Расчет поля магнитной системы на примере П-образной магнитной системы с двумя катушками методом конформных отображений.

Тема 8. Электрическое моделирование электромагнитной системы с П-образным сердечником.

Учет влияния катушки на распределение магнитного поля в рабочей области.

Тема 9. Графический метод решения уравнений Лапласа.

Правила построения картины поля. Расчет параметров поля по картине поля.

Тема 10. Расчет поля желоба методом уравнений Лапласа.

Расчет поля желоба методом уравнений Лапласа.

Тема 11. Аналоговое моделирование. Интегрирующие и дифференцирующие четырехполюсники. Передаточные функции четырехполюсников.

Аналоговое моделирование. Интегрирующие и дифференцирующие четырехполюсники. Передаточные функции четырехполюсников.

Тема 12. Структурные схемы. Соединения четырехполюсников. Преобразование структурных схем.

Структурные схемы. Соединения четырехполюсников. Преобразование структурных схем.

Тема 13. Обратные связи в структурных схемах.

Обратные связи в структурных схемах. Понятие положительной и отрицательной обратной связи.

Тема 14. Определение статических зависимостей.

Регрессионный анализ результатов аппроксимации статических зависимостей. Планирование эксперимента. Решение задач оптимизации.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Общие задачи и современные методы моделирование электрических систем	1	1
2	Электрическое моделирование поля цилиндрического конденсатора.	1	
3	Составление безразмерных уравнений для магнитного поля.	1	
4	Общие положения метода планирования исследования.	1	1
5	Планирование исследования от одного параметра.	1	
6	Планирование исследования от двух параметров.	1	
7	Планирование исследования от трех параметров.	1	2
8	Электрическое моделирование электромагнитной системы с П-образным сердечником.	1	
9	Метод наименьших квадратов при аппроксимации экспериментальных данных.	1	
10	Методы поиска экстремума.	1	2
11	Обратные связи в структурных схемах. Понятие положительной и отрицательной обратной связи.	1	
12	Симплексный метод планирования исследования.	1	
13	Обратные связи в структурных схемах.	1	
14	Определение статических зависимостей.	1	
ИТОГО:		14	6

4.4. Практические занятия

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Электрическое моделирование поля цилиндрического конденсатора.	4	2
2	Вычисление параметров конденсатора по картине поля.	4	
3	Составление безразмерных уравнений для магнитного поля.	4	2
4	Общие положения метода планирования исследования.	4	
5	Планирование исследования от одного параметра.	4	2
6	Случаи поиска экстремума. Методы поиска экстремума.	4	

7	Обратные связи в структурных схемах. Понятие положительной и отрицательной обратной связи.	4	
	ИТОГО:	28	6

4.5. Лабораторные работы

	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Физическое подобие явлений. Первая теорема подобия.	2	2
2	Исследование поля желоба	2	
3	Исследование поля плоского конденсатора.	2	
4	Разработка электрической модели магнитной системы с двумя катушками.	2	
5	Исследование конструкции синхронной машины.	2	2
6	Исследование параметров машины постоянного тока. Определение критериев подобия за счет преобразования уравнения изучаемого процесса машины постоянного тока.	2	
7	Исследование конструкции синхронного двигателя с короткозамкнутой обмоткой.	2	
	ИТОГО:	28	4

4.6. Самостоятельная работа студентов

№	Название темы	Вид СР	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Математическое моделирование электрического поля плоского конденсатора	Составление блок-схем, подготовка к практическим и лабораторным занятиям	5	8
2	Электрическое моделирование электрического поля плоского конденсатора	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	4	8
3	Аналоговое моделирование переходного процесса плоского конденсатора	Проработка инструкции к измерительному прибору, подготовка к практическим и лабораторным занятиям	5	8
4	Физическое моделирование электромагнитной системы реле постоянного тока с двумя катушками	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	4	8
5	Конструкция машины постоянного тока	Ознакомление с конструкцией машины	4	9
6	Конструкция машины переменного тока	Подготовка к лабораторным занятиям	5	8
7	Электрическое моделирование полюса машины постоянного тока	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	5	9
8	Электрическое моделирование полюса машины переменного тока	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	5	8
9	Конструкция и схемы обмоток электрических машин.	Работа со справочником	5	9

10	Типы обмоток, конструкция и изоляция обмоток статоров	Работа со справочником	5	9
11	Элементы схем и обозначения обмоток.	Работа со справочником	5	8
	ИТОГО:		52	92

4.7. Курсовые работы/проекты не предусмотрены учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект лекций, методические указания к лабораторным работам, методические указания по курсовому проектированию, методические указания к самостоятельному изучению дисциплины, размещенные во внутренней сети и сайте кафедры) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям.

Работа в команде: каждая лабораторная работа выполняется несколькими студентами совместно в бригадах по 4-5 чел. Для каждой бригады имеется свое задание, общее для студентов этой бригады. Кроме этого каждый студент получает свое индивидуальное задание к лабораторной работе, частично связанное с вариантом задания по курсовому проектированию, что позволяет мотивировать каждого студента на совместную работу в команде.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- вопросы к лабораторным работам;
- вопросы к практическим занятиям;
- вопросы к зачету.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного/письменного зачета (включает в себя ответы на теоретические вопросы). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания (экзамен)	Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет	зачтено

	умениями и навыками при выполнении практических задач.	
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Бахвалов Л.А., Моделирование систем : Учебное пособие для вузов / Бахвалов Л.А. - М: Издательство Московского государственного горного университета, 2006. - ISBN 5-7418-0402-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5741804020.html>. - Режим доступа : по подписке.

2. Сырецкий Г.А., Моделирование систем. Ч. 3 : учеб. пособие / Сырецкий Г.А. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. - 95 с. - ISBN 978-5-7782-1734-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778217348.html>. - Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература:

1. Лисяк Н.К., Моделирование систем. Часть 1 : учебное пособие / Лисяк Н. К. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2017. - 106 с. - ISBN 978-5-9275-2504-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927525041.html>. - Режим доступа : по подписке.

2. Афонин В.В., Моделирование систем / Афонин В.В., Федосин С.А. - М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. (Основы информационных технологий) - ISBN 978-5-9963-0352-6 - Текст : электронный //

ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996303526.html>. - Режим доступа : по подписке.

в) методические рекомендации:

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к лабораторным работам по дисциплине "Моделирование электромеханических устройств" для студентов дневной и заочной форм обучения направления подготовки электроэнергетика и электротехника Специальность 130302, профиль-электромеханика /Сост. Нестеренко А.П. – Луганск: ЛНУ им. В. ДАЛЯ, 2017, – 36 с.

г) Интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
4. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
5. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
6. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

7. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
8. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

9. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Моделирование электромеханических систем» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/

		https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

9. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Моделирование электромеханических систем»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-4	Способен оценивать допустимость и условия устойчивости режима электромеханических преобразов	ПК-4.1. Организует проведение наблюдений за состоянием электромеханических преобразователей энергии; ПК-4.2. Определяет	Тема 1. Общие задачи и современные методы	2
				Тема 2. Электрическое моделирование поля цилиндрического конденсатора.	2
				Тема 3. Составление безразмерных уравнений для магнитного поля.	2
				Тема 4. Общие положения метода планирования исследования.	2
				Тема 5. Планирование исследования от одного параметра.	2

		ателях энергии характеристики электромеханических преобразователей энергии; ПК-4.3. Проводит испытание повышенным напряжением и измерение электрических характеристик электромеханических преобразователей энергии; ПК-4.4. Фиксирует отклонения параметров мониторинга от нормативных значений.	Тема 6. Планирование исследования от двух параметров.	2
			Тема 7. Планирование исследования от трех параметров.	2
			Тема 8. Электрическое моделирование электромагнитной системы с П-образным сердечником.	2
			Тема 9. Метод наименьших квадратов при аппроксимации экспериментальных данных.	2
			Тема 10. Методы поиска экстремума.	2
			Тема 11. Обратные связи в структурных схемах. Понятие положительной и отрицательной обратной связи.	2
			Тема 12. Симплексный метод планирования исследования.	2
			Тема 13. Обратные связи в структурных схемах.	2
			Тема 14. Определение статических зависимостей.	2

**Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-4	ПК-4.1. Организует проведение наблюдений за состоянием электромеханических преобразователей энергии; ПК-4.2. Определяет характеристики электромехан	Знать: – методы и технические средства испытаний электрооборудования объектов профессиональной деятельности; – способы контроля режимов функционирования объектов профессиональной деятельности по показаниям	Тема 1. Общие задачи и современные методы моделирования электрических систем Тема 2. Электрическое моделирование поля цилиндрического конденсатора. Тема 3. Составление безразмерных уравнений для магнитного поля. Тема 4. Общие положения метода планирования исследования.	вопросы к лабораторным работам, вопросы к практическим занятиям, вопросы к зачету, вопросы к экзамену

		ических преобразователях энергии; ПК-4.3. Проводит испытание повышенным напряжением и измерение электрических характеристик к электромеханических преобразователей энергии; ПК-4.4. Фиксирует отклонения параметров мониторинга от нормативных значений.	контрольно-измерительных приборов и визуально. Уметь: – применять методы и технические средства испытаний электрооборудования объектов профессиональной деятельности. – контролировать режимы функционирования объектов профессиональной деятельности по показаниям контрольно-измерительных приборов и визуально; Владеть: – методами и технические средства диагностики электрооборудования объектов профессиональной деятельности; – способами определения неисправности в работе электромеханических преобразователей энергии	Тема 5. Планирование исследования от одного параметра. Тема 6. Планирование исследования от двух параметров. Тема 7. Планирование исследования от трех параметров. Тема 8. Электрическое моделирование электромагнитной системы с П-образным сердечником. Тема 9. Метод наименьших квадратов при аппроксимации экспериментальных данных. Тема 10. Методы поиска экстремума. Тема 11. Обратные связи в структурных схемах. Понятие положительной и отрицательной обратной связи. Тема 12. Симплексный метод планирования исследования. Тема 13. Обратные связи в структурных схемах. Тема 14. Определение статических зависимостей.	
--	--	--	---	---	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Моделирование электромеханических систем»

Оценочные средства для текущей аттестации (лабораторные занятия):

Вопросы к лабораторным занятиям:

1. 1. Моделирование процессов в системах (цепях) из пассивных двухполюсников.
2. Основные параметры механических систем и их электрические аналоги.
3. Моделирование систем с одной степенью свободы.
4. Схемы моделирования.
5. Моделирование систем со многими степенями свободы.

6. Схемы моделирования.
7. Моделирование алгебраических уравнений.
8. Схемы моделирования.
9. Модели с активными четырехполюсниками.
10. Схемы моделирования.
11. Модели с активными четырехполюсниками.
12. Схемы моделирования.
13. Физическое подобие явлений.
14. Первая теорема подобия.
15. Вторая теорема подобия.
16. Анализ размерностей. Выбор масштабов подобия и базисных величин.
17. Критериальные соотношения, полученные из теорем теории подобия и размерностей.
18. Примеры критериальных соотношений.
19. Условия симметрии и антисимметрии.
20. Ограничение области моделирования.
21. Метод укрупнения масштабов моделирования.
22. Схемы моделирования.
23. 1. Граничные условия и погрешности моделирования.
24. 2. Схемы моделирования.
25. Обобщенные координаты.
26. Схемы моделирования.
27. Структурные элементы моделирования.
28. Схемы моделирования.
29. Правило узлов и контуров.
30. Схемы моделирования.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (лабораторные занятия)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом, дает полное и логически стройное изложение содержания при ответе в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает свои ответы, хорошо владеет умениями самостоятельно обобщать и излагать материал и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в ответах, трактовках и определениях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки и

	непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме, показывает неусвоение отдельных существенных деталей. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 40% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в определении понятий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Оценочные средства для промежуточной аттестации (практические занятия):

Вопросы к практическим занятиям:

1. Моделирование процессов в системах (цепях) из пассивных двухполюсников.
2. Основные параметры механических систем и их электрические аналоги.
3. Моделирование систем с одной степенью свободы.
4. Схемы моделирования.
5. Моделирование систем со многими степенями свободы.
6. Схемы моделирования.
7. Моделирование алгебраических уравнений.
8. Схемы моделирования.
9. Модели с активными четырехполюсниками.
10. Схемы моделирования.
11. Модели с активными четырехполюсниками.
12. Схемы моделирования.
13. Физическое подобие явлений.
14. Первая теорема подобия.
15. Вторая теорема подобия.
16. Анализ размерностей. Выбор масштабов подобия и базисных величин.
17. Критериальные соотношения, полученные из теорем теории подобия и размерностей.
18. Примеры критериальных соотношений.
19. Условия симметрии и антисимметрии.
20. Ограничение области моделирования.
21. Метод укрупнения масштабов моделирования.
22. Схемы моделирования.
23. Граничные условия и погрешности моделирования.
24. Схемы моделирования.
25. Обобщенные координаты.
26. Схемы моделирования.
27. Структурные элементы моделирования.

28. Схемы моделирования.
29. Правило узлов и контуров.
30. Схемы моделирования.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточной аттестации (практические занятия):

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом умеет пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой, грамотно и самостоятельно формулирует решения, проявляет инициативу и старательность, убедительно защищает свою точку зрения. Работает систематически, аккуратно выполняя график работ. Проект оформлен в соответствии с установленной нормативной документацией; приведенные расчеты выполнены правильно; графическая часть выполнена с соблюдением требований ЕСКД; выводы содержат результаты расчетов и верно отражают картину исследуемого физического процесса.
хорошо (4)	Студент твердо усвоил теоретический материал, может применять его на практике самостоятельно и по указанию преподавателя. Правильно отвечает на вопросы по защите, работает в целом по графику и систематически, умеет пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой. Проект оформлен в соответствии с установленной нормативной документацией; приведенные расчеты выполнены с незначительными ошибками, неточностями; графическая часть выполнена с соблюдением требований ЕСКД, но с некоторыми ошибками в оформлении; выводы содержат результаты расчетов и, в целом, верно отражают картину исследуемого физического процесса.
удовлетворительно (3)	Студент освоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя применяет его практически. Проект оформлен в соответствии с установленной нормативной документацией; приведенные расчеты содержат ошибки, которые искажают картину исследуемого физического процесса и не позволяют сделать верные выводы; графическая часть выполнена с соблюдением требований ЕСКД не в полном объеме.
не удовлетворительно (2)	Студент не может защитить свои решения, допускает грубые фактические ошибки. Отказывается от ответов на дополнительные вопросы. Проект обучающегося не соответствует установленной нормативной документации; приведенные расчеты содержат ошибки, которые искажают картину исследуемого физического процесса и не позволяют сделать верные выводы; графическая часть проекта выполнена с существенными ошибками в оформлении или не выполнена.

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет):

Вопросы к зачету:

1. Моделирование процессов в системах (цепях) из пассивных двухполусников.
2. Основные параметры механических систем и их электрические аналоги.
3. Моделирование систем с одной степенью свободы.
4. Схемы моделирования.
5. Моделирование систем со многими степенями свободы.
6. Схемы моделирования.
7. Моделирование алгебраических уравнений.
8. Схемы моделирования.
9. 1. Модели с активными четырехполусниками.
10. 2. Схемы моделирования.
11. 1. Модели с активными четырехполусниками.
12. 2. Схемы моделирования.
13. Физическое подобие явлений.
14. Первая теорема подобия.
15. Вторая теорема подобия.
16. Анализ размерностей. Выбор масштабов подобия и базисных величин.
17. Критериальные соотношения, полученные из теорем теории подобия и размерностей.
18. Примеры критериальных соотношений.
19. Условия симметрии и антисимметрии.
20. Ограничение области моделирования.
21. Метод укрупнения масштабов моделирования.
22. Схемы моделирования.
23. 1. Граничные условия и погрешности моделирования.
24. 2. Схемы моделирования.
25. Обобщенные координаты.
26. Схемы моделирования.
27. Структурные элементы моделирования.
28. Схемы моделирования.
29. Правило узлов и контуров.
30. Схемы моделирования.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточной аттестации (зачет):

Шкала оценивания	Критерий оценивания
------------------	---------------------

Зачтено	Студент показывает хорошие знания учебного материала по дисциплине, знает сущность и характеристику основных понятий, владеет терминологией. Студент способен логично и последовательно изложить учебный материал по дисциплине, раскрыть смысл вопросов по темам, дает удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы, систематически активен на практических занятиях и лабораторных работах.
Не зачтено	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки, владеет отрывочными знаниями основных понятий, дает неполные или неверные ответы на вопросы по темам курса. Текущая успеваемость по дисциплине неудовлетворительная, студент не участвует в работе на практических занятиях и лабораторных работах. Выполняет не все виды работ по дисциплине

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)