

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Рукович Александр Владимирович
 Должность: Директор
 Дата подписания: 26.09.2023 15:27:52
 Уникальный программный ключ:
 f45eb7c44954саас05ea7d4f32eb8d7d6b3cb96ae6d9b4bda094afddaffb705f

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»
 Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри
 Кафедра Электропривода и автоматизации производственных процессов

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.27 Моделирование в технике

для программы бакалавриата
 по направлению подготовки
 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
 Направленность (профиль) программы: Электропривод и автоматика

Форма обучения: заочная

Автор(ы): Дахов П.Н. старший преподаватель кафедры ЭПиАПП, e-mail: pashik.dv2018@gmail.com

РЕКОМЕНДОВАНО	ОДОБРЕНО	ПРОВЕРЕНО
Заведующий кафедрой «ЭПиАПП»  /Рукович А.В./ протокол № 10 от «11» 05 2022 г	Заведующий выпускающей кафедрой «ЭПиАПП»  /Рукович А.В./ протокол № 10 от «11» 05 2022 г.	Нормоконтроль в составе ОП пройден Специалист УМО/деканата  / К.А. Кравчук «13» 05 2022 г.
Рекомендовано к утверждению в составе ОП Председатель УМС  протокол УМС № 10 от «16» 05 2022 г.		Зав.библиотекой  «18» 05 2022г.

1. АННОТАЦИЯ
к рабочей программе
дисциплины
Б1.О.27 Моделирование в технике
Трудоемкость 3 з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Ознакомление студентов с современными технологиями построения и исследования математических моделей различных сложных технических систем; выработка практических навыков декомпозиции, абстрагирования при решении задач в различных областях профессиональной деятельности.

Краткое содержание дисциплины: Основы аналитического моделирования элементов технических систем. Моделирование технических систем с использованием специальных программных средств. Составление уравнений моделей технических систем. Линеаризация уравнений моделей технических систем. Исследование технических систем на основе структурных схем. Моделирование дискретных и цифровых технических систем.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Планируемые результаты освоения программы (код и содержание компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
Проектный	ПК-1: Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативнотехнической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования; ПК-2: Способен проводить обоснование проектных решений.	ПК-1.1: Осуществляет сбор и анализ исходных данных для проектирования; ПК-2.1: Рассчитывает и проектирует технические объекты в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования; ПК-2.2: Проводит предварительные технико-экономические обоснования проектных расчетов.	Знать: математического моделирования в технике, методы линеаризации уравнений модели, математические критерии управляемости и наблюдаемости технических систем, анализ и моделирование электрических цепей, алгоритмы цифрового моделирования технических элементов, представленных	Разноуровневые задания, практические работы, лабораторные работы, тест

			<p>дифференциальными и разностными уравнениями; современные требования, предъявляемые к нормативно-технической документации, при проектировании объектов профессиональной деятельности;</p> <p>Уметь:</p> <p>анализировать процессы, протекающие в технических элементах, системах и электрических цепях, моделировать технические элементы и системы при детерминированных воздействиях, использовать математические модели для численного анализа происходящих процессов; технические, энергоэффективные и экологические требования при моделировании и проектировании технических систем;</p>	
--	--	--	---	--

			<p>Владеть: математическим и методами описания технических систем, численными методами и программным обеспечением для моделирования процессов в технике, методами анализа и моделирования электрических цепей, современными программными средствами проектирования и составления технических заданий.</p>
--	--	--	---

1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.О.27	Моделирование в технике	9	Б1.О.18 Теоретические основы электротехники Б1.О.21 Силовая электроника Б1.О.23 Техническая механика Б1.О.22 Электрические и электронные аппараты	Б1.В.ДВ.04.02 Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов Б1.В.ДВ.06.01 Надежность электрооборудования промышленных предприятий

1.4. Язык преподавания: Русский

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Выписка из учебного плана:

Индекс и наименование дисциплины по учебному плану	Б1.О.27 Моделирование в технике	
Курс изучения	5	
Семестр(ы) изучения	9	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	
Расчетно-графическая работа, семестр выполнения	-	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	3 ЗЕТ	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	108	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО, в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	14	
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	4	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:		-
- лабораторные работы	4	-
- практические занятия	4	-
В том числе в виде практической подготовки	4	
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	2	-
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	90	
№3. Количество часов на зачет	4	

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по темам и видам учебных занятий

Тема	Всего часов	Контактная работа, в часах						Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практические занятия (в форме практической подготовки)	из них с применением ЭО и ДОТ	
9 семестр								
Тема 1. Основы аналитического моделирования элементов технических систем	17	2						15
Тема 2. Моделирование технических систем с использованием специальных программных средств	17	2						15
Тема 3. Составление уравнений моделей технических систем	17			2				15
Тема 4. Линеаризация уравнений моделей технических систем	18			2			1	15
Тема 5. Исследование технических систем на основе структурных схем	17					2(2)		15
Тема 6. Моделирование дискретных и цифровых технических систем	18					2(2)	1	15
Зачет	4							(4)
Всего часов	108	4		4		4(4)	2	90

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Тема 1. Основы аналитического моделирования элементов технических систем.

Общие принципы формирования математических моделей элементов технических систем. Методы построения математических моделей электромеханических систем и преобразователей. Взаимосвязь моделей элементов технических систем, представленных во временном, операторном пространствах и частотной области. Частотные и переходные характеристики.

Тема 2. Моделирование технических систем с использованием специальных программных средств.

Подготовка исходного математического описания и структурных схем к решению задач моделирования в программном пакете Scilab. Алгоритмы цифрового моделирования элементов технических систем, представленных дифференциальными и разностными уравнениями. Моделирование переходных и установившихся режимов.

Тема 3. Составление уравнений моделей технических систем.

Определение пространства состояний технических систем. Запись моделей элементов технических систем в форме Коши. Модели электромеханических систем и преобразователей различных типов на основе обобщенных матричных уравнений.

Тема 4. Линеаризация уравнений моделей технических систем.

Методы линеаризации нелинейных, скалярных и векторно-матричных уравнений, описывающих динамические процессы в технических элементах и системах. Линеаризация элементов, представленных графическими характеристиками.

Тема 5. Исследование технических систем на основе структурных схем.

Представление дифференциального уравнения одномерной и многомерной технической системы в виде структурной схемы. Получение передаточной функции системы на основе уравнений в пространстве состояний. Уравнения обобщенного электромеханического преобразователя и методы их решения. Взаимосвязь векторно-матричного дифференциального уравнения и матричной передаточной функции, описывающих свойства технических систем. Линейные и нелинейные модели технических систем.

Тема 6. Моделирование дискретных и цифровых технических систем.

Моделирование сложных переходных процессов в электромеханических преобразователях и электромеханических системах.

Математические критерии управляемости и наблюдаемости непрерывных и дискретных технических систем.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

Для изучения дисциплины предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов, индивидуальные и групповые консультации. В процессе преподавания дисциплины специальные интерактивные технологии не предусмотрены.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа включает изучение литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к практическим работам, зачету.

При подготовке к практическим занятиям необходимо ознакомиться с литературой, рекомендованной преподавателем, и конспектом лекций. Необходимо разобраться в основных понятиях. Записать возникшие вопросы и найти ответы на них на занятиях, либо разобрать их с преподавателем.

Подготовку к зачету необходимо начинать заранее. Следует проанализировать научный и методический материал учебников, учебно- методических пособий, конспекты лекций. Знать формулировки терминов и уметь их четко воспроизводить. Ответы на вопросы из примерного перечня вопросов для подготовки к зачету лучше обдумать заранее. Ответы построить в четкой и лаконичной форме.

Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Тема 1. Основы аналитического моделирования элементов технических систем	аудиторные	15	Анализ теоретического материала
2	Тема 2. Моделирование технических систем с использованием специальных программных средств	аудиторные	15	Анализ теоретического материала
3	Тема 3. Составление уравнений моделей технических систем	внеаудиторные	15	Подготовка и выполнение лабораторных работ
4	Тема 4. Линеаризация уравнений моделей технических систем	внеаудиторные	15	Подготовка и выполнение лабораторных работ
5	Тема 5. Исследование технических систем на основе структурных схем	внеаудиторные	15	Подготовка и выполнение практических работ
6	Тема 6. Моделирование дискретных и цифровых технических систем	внеаудиторные	15	Подготовка и выполнение практических работ
	Всего часов		90	

Лабораторные работы

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Лабораторная работа или лабораторный практикум	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Составление уравнений моделей технических систем	Лабораторная работа	2	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по

				выполнению практических работ.
2	Линеаризация уравнений моделей технических систем	Лабораторная работа	2	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению практических работ.
	Всего часов		4	

Практические работы

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Практические работы	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Исследование технических систем на основе структурных схем	Практическая работ	2	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению практических работ.
2	Моделирование дискретных и цифровых технических систем	Практическая работ	2	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению практических работ.
	Всего часов		4	

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

Методические указания размещены в СДО Moodle:
<http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=12478>

Рейтинговый регламент по дисциплине:

Вид выполняемой учебной работы (контролирующие мероприятия)	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)
Лабораторная работа	15	25
Практическая работ	15	25
Тестирование	10	25
Опрос	20	25
Количество баллов для получения зачета (min-max)	60	100

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Шкалы оценивания уровня сформированности компетенций/элементов компетенций		
			Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ПК-1: Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования; ПК-2: Способен проводить обоснование проектных решений.	ПК-1.1: Осуществляет сбор и анализ исходных данных для проектирования; ПК-2.1: Рассчитывает и проектирует технические объекты в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации и проектирования; ПК-2.2: Проводит предварительные технико-экономические обоснования	Знать: математического моделирования в технике, методы линеаризации уравнений модели, математические критерии управляемости и наблюдаемости технических систем, анализ и моделирование электрических цепей, алгоритмы цифрового моделирования технических элементов, представленных дифференциальными и разностными уравнениями; современные требования, предъявляемые к нормативно-технической	Освоено	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной гистологической терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. В практическом задании могут быть допущены 2-3 фактические ошибки	Зачтено

	<p>проектных расчетов.</p>	<p>документации, при проектировании объектов профессиональной деятельности; Уметь: анализировать процессы, протекающие в технических элементах, системах и электрических цепях, моделировать технические элементы и системы при детерминированных воздействиях, использовать математические модели для численного анализа происходящих процессов; технические, энергоэффективные и экологические требования при моделировании и проектировании технических систем; Владеть: математическими методами описания технических систем, численными методами и программным обеспечением для моделирования процессов в технике, методами анализа и моделирования электрических цепей, современными программными средствами проектирования и составления технических заданий.</p>	<p>Не освоено</p>	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. В практическом задании допущено более 5 фактических ошибок. или Ответ на вопрос полностью отсутствует или Отказ от ответа</p>	<p>Не зачтено</p>
--	----------------------------	--	-------------------	---	-------------------

6.2. Примерные контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Подготовка к зачету способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к зачету, обучающийся ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На зачете обучающийся демонстрирует то, что он приобрел в процессе изучения дисциплины.

В условиях применяемой в ТИ (ф) СВФУ балльно-рейтинговой системы подготовка к зачету включает в себя самостоятельную и аудиторную работу обучающегося в течение всего периода изучения дисциплины и непосредственную подготовку в дни, предшествующие зачету по разделам и темам дисциплины.

При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать не только материалы лекций, а также основную и дополнительную литературу.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте ТИ (ф) СВФУ.

Перечень вопросов к зачету:

1. Роль математических методов и вычислительной техники в решении задач исследования технических систем.
2. Современные методы моделирования и программные средства для исследования технических систем.
3. Особенности математического моделирования при анализе физических объектов и элементов технических систем.
4. Общие принципы формирования математических моделей элементов технических систем.
5. Методы построения математических моделей электромеханических систем и преобразователей.
6. Взаимосвязь моделей элементов технических систем, представленных во временном, операторном пространствах и частотной области.
7. Частотные и переходные характеристики.
8. Подготовка исходного математического описания и структурных схем к решению задач моделирования в программном пакете Scilab.
9. Алгоритмы цифрового моделирования элементов технических систем, представленных дифференциальными и разностными уравнениями.
10. Моделирование переходных и установившихся режимов. 11. Определение пространства состояний технических систем.
12. Запись моделей элементов технических систем в форме Коши.
13. Модели электромеханических систем и преобразователей различных типов на основе обобщенных матричных уравнений.
14. Методы линеаризации нелинейных скалярных и векторно-матричных уравнений, описывающих динамические процессы в технических элементах и системах.
15. Линеаризация элементов, представленных графическими характеристиками.
16. Представление дифференциального уравнения одномерной и многомерной технической системы в виде структурной схемы.
17. Получение передаточной функции системы на основе уравнений в пространстве состояний.

18. Уравнения обобщенного электромеханического преобразователя и методы их решения.
 19. Взаимосвязь векторно-матричного дифференциального уравнения и матричной передаточной функции, описывающих свойства технических систем.
 20. Линейные и нелинейные модели технических систем.
 21. Моделирование сложных переходных процессов в электромеханических преобразователях и электромеханических системах.
 22. Математические критерии управляемости и наблюдаемости непрерывных и дискретных технических систем.

Критерии оценивания:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа

Показатели и шкала оценивания:

Шкала оценивания	Показатели
зачтено	– свободное владение материалом; – обучающийся дает правильное определение основных
не зачтено	– обучающийся обнаруживает незнание большей части изучаемого материала и допускает большое количество существенных ошибок в формулировках определений; – беспорядочно и неуверенно излагает материал

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	
Вид процедуры	зачет
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ПК-1.1; ПК-2.1; ПК-2.2.
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 3.0, утверждено ректором СВФУ 19.02.2019 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 5 курса бакалавриата
Период проведения процедуры	Зимняя экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	-
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	-

Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п.6.1. РПД.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий студенту необходимо набрать от 60 баллов и выше, чтобы был проставлен зачет.

7. Перечень электронных и печатных учебных изданий

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Печатные издания: наличие в НБ СВФУ, кафедральная библиотека и кол-во экземпляров	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)
Основная литература			
1.	<p>Моделирование электротехнических устройств [Электронный ресурс] И.И. Алиев, И.А. Гурина Учебно-методическое пособие</p>		<p>Черкесск: Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия, 2013. — 45 с. — 2227-8397. — Режим доступа: https://www.iprbookshop.ru/</p>
2.	<p>Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink [Электронный ресурс] И. В. Черных Практическое руководство</p>		<p>Саратов: Профобразование, 2017. — 288 с. — 978-5-4488-0085-6. — Режим доступа: https://www.iprbookshop.ru/</p>
3.	<p>Оценка параметров моделирование динамических систем и электрических цепей в среде MatLAB Королев В.И., Сахаров В.В. Шергина О.В. Учебное пособие</p>		<p>СПб.: СПГУВК, 2006 – 272 с— Режим доступа: https://www.iprbookshop.ru/</p>
Дополнительная литература			
	<p>Моделирование теплообмена в технических системах / А. Г. Мадера. - Москва: Науч. фонд ПИЛ им. В. А. Мельникова, 2005. - 204 с. : ил. - ISBN 5-901171-06-3 : 196,92.</p>	1	
	<p>Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учеб. для студ. вузов / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2004. - 575 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр. : с. 567-570. - ISBN 5-7695-1314-4 : 252,67.</p>	10	

Математическое моделирование электрических машин: учеб. для студ. вузов / И. П. Копылов. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Москва: Высш. шк., 2001. - 327 с. : ил. - Библиогр. : с. 319. - Предм. указ. - ISBN 5-06-003861-0 : 100,00.	2	
Теория электропривода: учеб. для студ. вузов / В. И. Ключев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Энергоатомиздат, 2001. - 697 с. : ил. - Библиогр. : с. 689. - Предм. указ. - ISBN 5-283-00642-5 : 300,00.	21	
Системы управления электрприводов: учеб. для студ. вузов / В. М. Терехов, О. И. Осипов ; под ред В. М. Терехова . - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2006. - 300 с. : ил., табл. - (Высш. проф. образование). - Библиогр.: с. 296-297. - ISBN 5-7695-2911-3 : 182,00.	1	

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

1. <http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=12478> - лекции, практические занятия и рекомендации к изучению дисциплины;
2. <https://electricalschool.info/diafilmy/> - Школа для электрика;
3. <http://www.elecab.ru/history.shtml> - Справочник электрика и энергетика;
4. <https://zistons.ru/> - Методики испытания электрооборудования, релейная защита, нормативно-техническая литература;
5. <http://opac.s-vfu.ru/wlib/> – электронная библиотека СВФУ.

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

- учебная аудитория, оснащенная ноутбуком, мультимедийным проектором и экраном (А510);
- стенды учебной лаборатории «Электротехника и электроника» (А508 УАК).
- программное обеспечение (А303).

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда «Moodle»

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия);
- использование специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

10.2. Перечень программного обеспечения

- MS WORD, MS PowerPoint.

10.3. Перечень информационных справочных систем

систем Консультант+, Гарант

