

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 07.02.2025 14:43:09
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПТИ
А.Н. Халин
2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА


дисциплины: Моделирование элементов энергетических систем
научная специальность: 2.4.5. Энергетические системы и комплексы

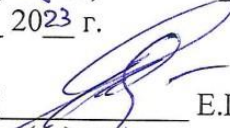
Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 24.04.2023 г. и требованиями программы аспирантуры 2.4.5. Энергетические системы и комплексы к результатам освоения дисциплины.

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры электроэнергетики
Протокол № 7 от «07» 04 2023 г.


Заведующий выпускающей кафедрой  Г.А. Хмара
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УНИИР  Д.В. Пяльченков
(подпись)
« 10 » 04 2023 г.

Начальник ОПНиНПК  Е.Г. Ишкина
(подпись)
« 10 » 04 2023 г.

Рабочую программу разработал:

В.В. Сушков, профессор, д.т.н., профессор 
(подпись)

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины - проверка сформированности у аспирантов компетенций, необходимых для разработки и построения математических моделей и алгоритмов управления типовых объектов автоматизации и управления с использованием средств компьютерного моделирования, анализа и синтеза.

Задачи дисциплины - оценка формирования у аспирантов компетенций в области выполнения расчетов параметров моделей элементов энергетических систем; оценка уровня знаний о моделях элементов энергетических систем.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Моделирование элементов энергетических систем» относится к дисциплинам обязательной части учебного плана. (Блок 2.1.6 «Элективные дисциплины (модули) по выбору 2 (ДВ.2)», образовательный компонент учебного плана (2.1.6.2).

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у выпускников способностей к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбору приоритетного алгоритма решения задачи; владению методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности; к самостоятельному освоению и применению новых систем компьютерной математики, систем компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга, к владению современными языками программирования и разработке оригинальных пакетов прикладных программ и проведению с их помощью расчетов электротехнических устройств, обеспечивающих оптимальные режимы работы; к владению новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по электродинамическим процессам в электротехнических устройствах, обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов.

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

Таблица 1

Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.		Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практические занятия		
2/3	24	24	96	Зачет

5. Структура и содержание дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.		СР, час.	Всего, час.	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.			
1	1	Введение. Общие положения	4	4	16	24	Устный опрос
2	2	Моделирование электрических машин	4	4	16	24	Устный опрос
3	3	Моделирование разомкнутых систем электропривода	4	4	16	24	Устный опрос
4	4	Моделирование замкнутых систем электропривода	4	4	16	24	Устный опрос
5	5	Микропроцессорные регуляторы	4	4	16	24	Устный опрос
6	6	Полупроводниковые преобразователи	4	4	16	24	Устный опрос
Итого:			24	24	96	144	

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины.

Раздел 1. Введение. Общие положения.

Классификация моделей. Основные требования, предъявляемые к моделям. Обзор программных средств для моделирования систем электропривода.

Раздел 2. Моделирование электрических машин.

Математическое описание и моделирование машин постоянного тока, синхронных и асинхронных машин. Принципы управления пуском, торможением и реверсом электродвигателей. Управление по принципу времени, скорости, тока, пути. Системы бесконтактного управления.

Раздел 3. Моделирование разомкнутых систем электропривода.

Общие положения. Математическое моделирование разомкнутых систем электропривода. Расчет и построение переходных функций. Определение показателей качества динамики разомкнутой системы электропривода.

Раздел 4. Моделирование замкнутых систем электропривода.

Виды обратных связей. Усилители, используемые в САУ. Замкнутые САУ с параллельной коррекцией параметров. Расчет и построение механических характеристик в системах с параллельной коррекцией (ПК). Структурные схемы и математическое описание динамики систем с ПК. Системы с последовательной коррекцией параметров. Методы оптимизации систем. Общие принципы построения САУ с последовательной коррекцией. Определение передаточных функций регуляторов. Программная и схемная реализация регуляторов. Анализ системы при приложении возмущающего воздействия. Астатическая система. Система с регулируемым статизмом. Определение показателей качества динамики замкнутой системы электропривода.

Раздел 5. Микропроцессорные регуляторы.

Реализация регуляторов на базе микропроцессорной техники. Программные средства в САУ.

Раздел 6. Полупроводниковые преобразователи.

Общие положения. Системы импульсно-фазового управления. Широтно-импульсные модуляторы. Преобразователи частоты. Автономные инверторы. Широтно-импульсная модуляция. Моделирование систем управления преобразователями.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Номер раздела	Объем, час.	Тема лекции
1	1	4	Введение. Общие положения
2	2	4	Моделирование электрических машин
3	3	4	Моделирование разомкнутых систем электропривода
4	4	4	Моделирование замкнутых систем электропривода
5	5	4	Микропроцессорные регуляторы
6	6	4	Полупроводниковые преобразователи
Итого:		24	

Практические занятия

Таблица 4

№ п/п	Номер раздела	Объем, час.	Тема занятия
1	1	4	Введение. Общие положения
2	2	4	Моделирование электрических машин
3	3	4	Моделирование разомкнутых систем электропривода
4	4	4	Моделирование замкнутых систем электропривода
5	5	4	Микропроцессорные регуляторы
6	6	4	Полупроводниковые преобразователи
Итого:		24	

Самостоятельная работа

Таблица 5

№ п/п	Номер раздела	Объем, час.	Тема	Вид СРО
1	1	16	Введение. Общие положения	Подготовка к практическим занятиям
2	2	16	Моделирование электрических машин	Подготовка к практическим занятиям
3	3	16	Моделирование разомкнутых систем электропривода	Подготовка к практическим занятиям
4	4	16	Моделирование замкнутых систем электропривода	Подготовка к практическим занятиям
5	5	16	Микропроцессорные регуляторы	Подготовка к практическим занятиям
6	6	16	Полупроводниковые преобразователи	Подготовка к практическим занятиям
Итого:		96		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к обучающемуся (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения).

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

6. Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Классификация САУ.
2. Основные требования, предъявляемые к САУ.
3. Методика построения РКСУ.
4. Принципы управления пуском, торможением и реверсом электродвигателей.
5. Управление по принципу времени, скорости, тока, пути.
6. Системы бесконтактного управления.

7. Виды обратных связей.
8. Усилители, используемые в САУ.
9. Расчёт и построение механических характеристик в системах с параллельной коррекцией.
10. Структурные схемы и математическое описание динамики неоптимизированных систем электропривода.
11. Расчёт и построение переходных функций неоптимизированных систем электропривода.
12. Методы оптимизации систем электропривода.
13. Общие принципы построения САУ с последовательной коррекцией.
14. Определение передаточных функций регуляторов САУ электропривода.
15. Программная и схемная реализация регуляторов САУ электропривода.
16. Анализ системы электропривода при приложении возмущающего воздействия.
17. Астатическая система электропривода.
18. Система электропривода с регулируемым статизмом.
19. Общая характеристика системы УБСР.
20. Реализация регуляторов на базе операционных усилителей. Принцип работы ОУ и его принципиальная схема.
21. Датчики тока и напряжения в системе электропривода.
22. Задатчик интенсивности САУ электропривода.
23. Функциональные преобразователи.
24. Реализация регуляторов на базе микропроцессорной техники.
25. Программные средства в САУ.

7. Оценка результатов освоения программы

Критерии оценивания степени полноты и качества освоения в соответствии с планируемыми результатами обучения

Таблица 6

Оценка	Критерии оценки
«Зачтено»	аспирант обнаруживает глубокое, полное знание содержания учебного материала, понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, принципов и теорий; умение выделять существенные связи в рассматриваемых явлениях, давать точное определение основным понятиям, связывать теорию с практикой, решать прикладные задачи. Он аргументирует свои суждения, грамотно владеет профессиональной терминологией, связно излагает свой ответ
	аспирант обнаруживает достаточное владение учебным материалом, в том числе понятийным аппаратом; демонстрирует уверенную ориентацию в изученном материале, возможность применять знания для решения практических задач, но затрудняется в приведении примеров. При ответе допускает отдельные неточности
«Не зачтено»	аспирант демонстрирует разрозненные бессистемные знания, не выделяет главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, беспорядочно, неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач в соответствии с требованиями программы или вообще отказывается от ответа

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 1.

8.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронный каталог библиотечно-издательского комплекса ТИУ:
<http://webirbis.tsogu.ru>

2. Полнотекстовая база данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://elib.tyuiu.ru>

3. Научная электронная библиотека eLibrary.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

4. Базы данных Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) – Режим доступа: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru

5. Система поддержки дистанционного обучения Educon [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <https://educon2.tyuiu.ru/login/index.php>

6. Ресурсы, предоставленные Библиотечно-издательским комплексом ТИУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tyuiu.ru/university/subdivisions/teachbookdep/bibliotechno-izdatelskij-kompleks/bibliotechnye-resursy/>

8.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства *Mathcad 14.0, Microsoft Office Professional Plus, Microsoft Windows, Scilab Свободно-распространяемое ПО.*

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 7

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1	Учебные стенды лабораторий кафедры электроэнергетики, кафедры промышленной теплоэнергетики	Компьютеры, мультимедийные проекторы, видео- и аудио аппаратура
2	Производственное оборудование организаций и предприятий электроэнергетической отрасли	Компьютеры, научно-исследовательское, производственное оборудование, измерительная техника

10. Методические указания по организации самостоятельной работы

10.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

Проведение практических занятий направлено на закрепление полученных теоретических

знаний о моделировании элементов энергетических систем.

Каждое практическое занятие имеет наименование и цель работы, основные теоретические положения, методику решения практического задания, а также контрольные вопросы. После выполнения практического задания, обучающийся представляет преподавателю отчет, отвечает на теоретические вопросы, демонстрирует уровень сформированности компетенций. Отчет о проделанной работе должен быть представлен обучающимся либо в день выполнения задания, либо на следующем занятии. Отчеты о проделанных работах следует выполнять на отдельных листах формата А4; схемы, графики, рисунки необходимо выполнять простым карандашом либо с использованием графических редакторов в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. На выполнение каждой работы отводится определенное количество часов в соответствии с тематическим планом изучения дисциплины. Отчет включает в себя: титульный лист, цель работы, решение практического задания со всеми необходимыми пояснениями, графики и векторные диаграммы при необходимости, вывод по работе.

10.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся представляет собой логическое продолжение аудиторных занятий. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимся по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом. Режим работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций, изучение и конспектирование рекомендуемой литературы, тестирование, решение заданий по образцу, выполнение чертежей, схем, расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, научно-исследовательскую работу и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу обучающихся по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа с преподавателем включает в себя индивидуальные консультации обучающихся в течение семестра.

Самостоятельная работа с группой включает проведение текущих консультаций перед промежуточными видами контроля или итоговой аттестации.

Самостоятельная работа обучающегося без преподавателя включает в себя подготовку к различным видам контрольных испытаний, подготовку и написание самостоятельных видов работ. Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы обучающийся должен внимательно выслушать инструктаж преподавателя по выполнению задания, который включает

определение цели задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает обучающихся о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания. В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся используются аудиторские занятия, аттестационные мероприятия, самоотчеты.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся являются: уровень освоения обучающимся учебного материала; умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении практических заданий; обоснованность и четкость изложения ответа; оформление материала в соответствии с требованиями.

**КАРТА
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина Моделирование элементов энергетических систем

Научная специальность 2.4.5 Энергетические системы и комплексы

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент аспирантов, использующих указанную литературу	Обеспеченность аспирантов литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Электропривод [Электронный ресурс]: учебник/ А.П. Епифанов, Л.М. Малайчук, А.Г. Гущинский-СПб: Издательство «Лань» - 2012. - 400 с.	5+	5	100%	+
2	Электрический привод [Текст]: учебное пособие для студентов специальностей 140604 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» и 140211 «Электроснабжение» / О. А. Лысова, В. А. Ведерников; ТюмГНГУ. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2007. - 145 с.	5+	5	100%	+
3	Системы управления электроприводов [Текст]: учебное пособие для студентов специальности 180400 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» / О. А. Лысова, В. А. Ведерников; ТюмГНГУ. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2005. - 114 с.	5+	5	100%	+