

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 11.06.2025 10:04:46
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:
Руководитель ООП: С.М. Дудаков /
2023 года



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)
**СИСТЕМЫ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ
И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

Направление подготовки
15.03.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Профиль подготовки
Интеллектуальное управление в мехатронных и робототехнических системах

Для студентов 4-го курса
Форма обучения – очная

Составитель:
к.ф.-м.н., доцент И.С. Солдатенко

Тверь, 2023

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов базовых знаний в области микропроцессорной техники релейной защиты и противоаварийной автоматики, в том числе знаний и умений для решения задач профессиональной деятельности в области электроснабжения.

Задачами освоения дисциплины являются:

- освоение основных разделов области микропроцессорной техники релейной защиты и противоаварийной автоматики, необходимых для изучения последующих профилирующих дисциплин и решения задач профессиональной деятельности;
- получение опыта применения основных положений изучаемой дисциплины для анализа, расчета и моделирования объектов области микропроцессорной техники релейной защиты и противоаварийной автоматики;
- овладение основными навыками выбора схем области микропроцессорной техники релейной защиты и противоаварийной автоматики, определения параметров срабатывания, проверки чувствительности защит;
- получение практического опыта проведения экспериментальных исследований объектов области микропроцессорной техники релейной защиты и противоаварийной автоматики.

2. Место дисциплины в структуре ООП: является дисциплиной раздела 4 «Мехатроника и робототехника» обязательной части Блока 1.

Предварительные знания и навыки:

Основой для освоения дисциплины являются знания, получаемые в рамках дисциплин «Физика», «Электротехника», «Электроника и схемотехника», «Теория автоматического управления», «Современные технологии автоматизации производственных процессов».

Дальнейшее использование:

Планируемыми результатами обучения по дисциплине, являются знания, умения, владения и опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом.

3. Объем дисциплины: 3 зачетные единицы, 108 академических часов, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции 20 часов, в т. ч. практическая подготовка 0 часов, практические занятия 20 часов, в т. ч. практическая подготовка 0 часов;

контактная внеаудиторная работа: контроль самостоятельной работы 0, в том числе курсовая работа 0 часов;

самостоятельная работа: 68 часов, в том числе контроль 0 часа.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем	ПК-1.1 Разрабатывает математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей ПК-1.2 Разрабатывает экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводит их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий ПК-1.3 Анализирует научно-техническую информацию, обобщает отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводит патентный поиск

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения: зачет в 8-м семестре.

6. Язык преподавания русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

1. Для студентов очной формы обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)					Самостоя- тельная работа, в том числе контроль (час.)
		Лекции		Практичес- кие занятия		Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая	
		всего	в т.ч. практическая подготовка	всего	в т.ч. практическая подготовка		
Общие вопросы выполнения релейной защиты электроэнергетических систем	12	2		2			8
Токовые защиты	12	2		2			8
Направленные токовые защиты линий	12	2		2			8
Токовые защиты от однофазных КЗ и замыканий на землю	11	2		2			7
Дистанционные защиты	11	2		2			7
Дифференциальные защиты	12	2		2			8
Защиты силовых трансформаторов	12	2		2			8
Защита синхронных и асинхронных двигателей	11	2		2			7
Противоаварийная автоматика	15	4		4			7
ИТОГО	108	20		20			68

Учебная программа дисциплины

1. Общие вопросы выполнения релейной защиты электроэнергетических систем

Основные понятия и определения релейной защиты. Требования, предъявляемые к релейной защите. Аварийные и ненормальные режимы электроэнергетических систем. Принципы выполнения устройств релейной защиты. Элементная микропроцессорная база релейной защиты. Оперативный ток, источники оперативного тока. Трансформаторы тока в схемах релейной защиты. Схемы соединения трансформаторов тока и токовых реле

2. Токовые защиты

Токовые защиты. Токовая отсечка. Токовая отсечка с выдержкой времени. Токовые отсечки на линиях с односторонним питанием и двухсторонним питанием. Максимальные токовые защиты. Параметры действия и области применения максимальной токовой защиты. Максимальная токовая защита с зависимой характеристикой срабатывания. Максимальная токовая защита с пуском по напряжению. Трехступенчатые токовые защиты. Цифровые схемные решения защит.

3. Направленные токовые защиты линий

Максимальные токовые направленные защиты. Расчет параметров действия и области применения максимальных токовых направленных защит. Цифровые схемные решения защит.

4. Токовые защиты от однофазных КЗ и замыканий на землю

Токовая ступенчатая защита линий 110 кВ и выше от однофазных КЗ. Токовая отсечка нулевой последовательности. Токовая отсечка нулевой последовательности с выдержкой времени. Максимальная токовая защита нулевой последовательности. Цифровые схемные решения защит. Защиты линий напряжением 6-35 кВ от однофазных замыканий на землю. Неселективная защита от однофазных замыканий на землю. Токовая селективная защита от однофазных замыканий на землю. Цифровые схемные решения защит.

5. Дистанционные защиты

Дистанционные защиты. Принцип действия. Характеристики измерительных органов дистанционных защит. Расчет параметров. Области применения, достоинства и недостатки дистанционных защит. Цифровые схемные решения защит.

6. Дифференциальные защиты

Дифференциальные защиты. Продольная и поперечная дифференциальная защиты. Поперечная дифференциальная токовая направленная защита. Цифровые схемные решения защит.

7. Защиты силовых трансформаторов

Аварийные и ненормальные режимы работы трансформаторов. Газовая защита. Токовые защиты трансформаторов. Продольная дифференциальная токовая защита трансформаторов. Продольная

дифференциальная токовая защита на цифровых устройствах. Защита трансформаторов от токов внешних КЗ и от перегрузки. Цифровые устройства защиты трансформаторов.

8. Защита синхронных и асинхронных двигателей

Аварийные и ненормальные режимы работы электродвигателей. Защита от внутренних повреждений. Защита асинхронных электродвигателей напряжением свыше 1000 В. Защита от перегрузок и других ненормальных режимов. Цифровые схемные решения защит. Особенности защит синхронных двигателей.

9. Противоаварийная автоматика

Устройства автоматического повторного включения, принцип действия, схемы, расчет параметров действия. Устройства автоматического включения резерва, принцип действия, схемы, расчет параметров действия.

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем <i>(в строгом соответствии с разделом II РПД)</i>	Вид занятия	Образовательные технологии
Общие вопросы выполнения релейной защиты электроэнергетических систем	Лекция, практическое занятие	• Изложение теоретического материала • Выполнение практических упражнений
Токowe защиты	Лекция, практическое занятие	• Изложение теоретического материала • Выполнение практических упражнений
Направленные токовые защиты линий	Лекция, практическое занятие	• Изложение теоретического материала • Выполнение практических упражнений
Токowe защиты от однофазных КЗ и замыканий на землю	Лекция, практическое занятие	• Изложение теоретического материала • Выполнение практических упражнений

Дистанционные защиты	Лекция, практическое занятие	• Изложение теоретического материала • Выполнение практических упражнений
Дифференциальные защиты	Лекция, практическое занятие	• Изложение теоретического материала • Выполнение практических упражнений
Защиты силовых трансформаторов	Лекция, практическое занятие	• Изложение теоретического материала • Выполнение практических упражнений
Защита синхронных и асинхронных двигателей	Лекция, практическое занятие	• Изложение теоретического материала • Выполнение практических упражнений
Противоаварийная автоматика	Лекция, практическое занятие	• Изложение теоретического материала • Выполнение практических упражнений

Преподавание учебной дисциплины строится на сочетании лекций, практических занятий и различных форм самостоятельной работы студентов. В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: традиционные лекции, практические занятия в диалоговом режиме, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы.

Дисциплина предусматривает выполнение контрольных работ, письменных домашних заданий.

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенций

УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Разъясните основные положения: • Сущность риска. Приведите примеры. • Виды риска. • Факторы риска. Приведите примеры. • Профессиональный риск • Основные характеристики экологической безопасности. • Основные характеристики промышленной безопасности. • Основные характеристики производственной безопасности. Понятие риска применительно к безопасности жизнедеятельности. • Понятие чрезвычайной ситуации. • Классификация чрезвычайных ситуаций в зависимости от масштаба. • Чрезвычайные ситуации техногенного характера.	Полностью корректный ответ – 10 баллов. Частичный ответ – 5 баллов.

2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенций

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-7 Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении;

ОПК-9 Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование;

ОПК-10 Способен контролировать и обеспечивать производственную и экологическую безопасность на рабочих местах;

ОПК-13 Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности

Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Пример теста: 1. Защиты с абсолютной селективностью реагируют: • только на повреждения своего участка; • только на повреждения предыдущего участка; • на повреждения своего и предыдущего участка; • на все повреждения. 2. Защиты с относительной селективностью • только на повреждения своего участка; • только на повреждения предыдущего участка; • на повреждения своего и предыдущего участка; • на все повреждения. 3. Основная релейная защита • действует с наименьшей выдержкой времени в пределах своего участка; • действует без выдержки времени в пределах своего участка; • действует с основной выдержкой времени в пределах своего участка; • действует с наибольшей выдержкой времени в пределах своего участка. 4. Резервная релейная защита • действует с наименьшей выдержкой времени в пределах своего участка; • действует без выдержки времени в пределах своего участка; • действует с основной выдержкой времени в пределах своего участка; • действует с наибольшей выдержкой времени в пределах своего участка.	Правильный ответ на вопрос – 1 балл.

3. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции

ПК-1 Способен участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем

Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
1) Коэффициент чувствительности для продольной дифференциальной токовой защиты трансформатора должен быть (выбрать правильный ответ) : А) не менее 3 Б) не менее 2 В) не менее 1,5 Г) не менее 1,2 2) Вставьте на пустые места в формулу определения полной мощности $S = \sqrt{()^2 + ()^2}$ символы из следующего списка: P, X, G, R, Q, B, Y 3) Составьте правильные пары: 1) Коэффициент возврата для максимальных реле не более 2) Коэффициент возврата для минимальных реле не менее 3) Коэффициент чувствительности учитывает ток КЗ 4) Коэффициент самозапуска должен быть не менее а) минимальный б) 2 в) 1 г) 1	Полностью корректно выполненное задание – 10 баллов. Задание выполнено частично – 5 баллов. Ход решения верный, но допущены ошибки в расчетах – 2.5 балла.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Куксин, А. В. Релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие : [16+] / А. В. Куксин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 200 с. - URL: <https://bibliodub.m/mdex.php?page=book&id=618527>
2. Микропроцессорные системы и персональные компьютеры: учебное пособие для спо / Макуха Владимир Карпович, Микерин Владимир Александрович; В. К. Макуха, В. А. Микерин. - 2-е изд. - Электрон. дан. - Москва: Юрайт, 2024. - 156 с. - (Профессиональное образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/543020>.
3. Микропроцессорные системы: цифровые устройства и микропроцессоры: учебное пособие для спо / Сажнев Александр Михайлович; А. М. Сажнев. - 2-е изд. - Электрон. дан. - Москва: Юрайт, 2024. - 139 с. - (Профессиональное образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/543019>.

б) Дополнительная литература

1. Алиев, М. Т. Микропроцессорные системы управления электроприводами: учебное пособие / М. Т. Алиев, Т. С. Буканова. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. - 124 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459451>.
2. Микропроцессорные системы управления электроприводами и технологическими комплексами: учебное пособие / Г. М. Симаков [и др.]; Г. М. Симаков, А. М. Бородин, Д. А. Котин, Ю. В. Панкрац; Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016. - 116 с.: ил., табл. - Библиогр. в кн. - Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация. - ISBN 978-5-7782-2989-1. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575242>

2) Программное обеспечение

Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 46 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	
Adobe Acrobat Reader DC - Russian	бесплатно
Apache Tomcat 8.0.27	бесплатно

Cadence SPB/OrCAD 16.6	Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009
GlassFish Server Open Source Edition 4.1.1	бесплатно
Google Chrome	бесплатно
Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit)	бесплатно
JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3	бесплатно
JetBrains PyCharm Edu 3.0	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022
Lazarus 1.4.0	бесплатно
Mathcad 15 M010	Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011
MATLAB R2012b	Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно
MiKTeX 2.9	бесплатно
MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK	бесплатно
NetBeans IDE 8.0.2	бесплатно
NetBeans IDE 8.2	бесплатно
Notepad++	бесплатно
Oracle VM VirtualBox 5.0.2	бесплатно
Origin 8.1 Sr2	договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»
Python 3.1 pygame-1.9.1	бесплатно
Python 3.4 numpy-1.9.2	бесплатно
Python 3.4.3	бесплатно
Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64-bit)	бесплатно
WCF RIA Services V1.0 SP2	бесплатно
WinDjView 2.1	бесплатно
R Studio	бесплатно
Anaconda3 2019.07 (Python 3.7.3 64-bit)	бесплатно

Ауд. 201а (компьютерная лаборатория ПМиК) (170002, Тверская обл., г. Тверь, пер. Садовый, д. 35)	Перечень программного обеспечения (со свободными лицензиями): Linux Kubuntu, KDE, TeXLive, TeXStudio, LibreOffice, GIMP, Gwenview, ImageMagick, Okular, Skanlite, Google Chrome, KDE Connect, Konversation, KRDC, KTorrent, Thunderbird, Elisa, VLC media player, PulseAudio, KAppTemplate, KDevelop, pgAdmin4, PostgreSQL, Qt, QtCreator, R, RStudio, Visual Studio Code, Perl, Python, Ruby, clang, clang++, gcc, g++, nasm, flex, bison, Maxima, Octave, Dolphin, HTop, Konsole, KSystemLog, Xterm, Ark, Kate, KCalc, Krusader, Spectacle, Vim
--	---

3) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- Сайт ТвГУ (<http://www.tversu.ru>)
- Сайт факультета прикладной математики и кибернетики (<http://pmk.tversu.ru>)
- Сайт ЭОС ТвГУ (<http://lms.tversu.ru>)
- Одна из электронных библиотечных систем:
 - <http://biblioclub.ru>
 - <http://www.iprbookshop.ru>
 - <http://www.znanium.com>

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

1. Правила прохождения промежуточной аттестации

Для успешной сдачи зачета студент должен:

- Успешно сдать промежуточный контроль, представляющий собой две контрольные работы по тематике упражнений, перечисленных выше.
- Ответить на устные вопросы и решить ряд письменных упражнений (в ходе зачета) по тематике учебной программы.

2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Организуя свою учебную работу, студенты должны, во-первых, выявить рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Во-вторых, ознакомиться с указанным в методическом материале по дисциплине перечнем учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также с методическими материалами на бумажных и/или электронных носителях, выпущенных кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

1. Работа с учебными пособиями.

Для полноценного усвоения курса студент должен, прежде всего, овладеть основными понятиями этой дисциплины. Необходимо усвоить определения и понятия, уметь приводить их точные формулировки, приводить примеры объектов, удовлетворяющих этому определению. Кроме того, необходимо знать круг фактов, связанных с данным понятием. Требуется также знать связи

между понятиями, уметь устанавливать соотношения между классами объектов, описываемых различными понятиями.

2. Самостоятельное изучение тем.

Самостоятельная работа студента является важным видом деятельности, позволяющим хорошо усвоить изучаемый предмет и одним из условий достижения необходимого качества подготовки и профессиональной переподготовки специалистов. Она предполагает самостоятельное изучение студентом рекомендованной учебно-методической литературы, различных справочных материалов, написание рефератов, выступление с докладом, подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку к зачёту и экзамену.

3. Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется следовать методическим рекомендациям по работе с учебными пособиями, приведенным выше.

4. Составление конспектов.

В конспекте отражены основные понятия темы. Для наглядности и удобства запоминания используются схемы и таблицы.

5. Подготовка к зачету / экзамену.

При подготовке к зачету / экзамену студенты должны использовать как самостоятельно подготовленные конспекты, так и материалы, полученные в ходе лекций. Для получения зачета по дисциплине необходимо набрать минимум 50 баллов в течение семестра (минимальная оценка – удовлетворительно), в противном случае зачет считается не сданным. Экзамен студенты могут сдавать в виде теста, письменной контрольной работы или устного ответа по вопросам, представленным в данной программе. Для получения положительной оценки на экзамене необходимо продемонстрировать знания, не ниже базового (минимального) уровня. Процедура оценивания знаний, умений, владений (умений применять) и (или) опыта деятельности обучающихся по дисциплине производится в рамках балльно-рейтинговой системы, включая рубежную и текущую аттестации. Согласно подходам балльно-рейтинговой системы в рамках оценки знаний, умений, владений (умений применять) и (или) опыта деятельности дисциплины установлены следующие аспекты.

Содержание учебной дисциплины в рамках одного семестра делится на два модуля (периода обучения). По окончании модуля (периода обучения) осуществляется рейтинговый контроль успеваемости знаний студентов.

Сроки проведения рейтингового контроля:

осенний семестр – I рейтинговый контроль успеваемости проводится на 8-9 учебной неделе по графику учебного процесса, II рейтинговый контроль успеваемости – две последние недели фактического завершения семестра по графику учебного процесса;

весенний семестр – I рейтинговый контроль успеваемости проводится на 31-32 учебной неделе по графику учебного процесса, II рейтинговый контроль успеваемости – две последние недели фактического завершения семестра по графику учебного процесса.

Для дисциплин, заканчивающихся зачетом, общее количество баллов делится между первым и вторым модулями (например, по 50 баллов на каждый модуль).

VII. Материально-техническое обеспечение

Для аудиторной работы

Помещение для самостоятельной работы, компьютерная лаборатория факультета ПМиК № 201а (170002, Тверская область, г. Тверь, пер. Садовый, д. 35)	Набор учебной мебели, доска маркерная, компьютер, сервер (системный блок), концентратор сетевой.
Помещение для самостоятельной работы, компьютерный класс общего доступа № 4а (170002, Тверская область, г. Тверь, пер. Садовый, д. 35)	Набор учебной мебели, моноблок, МФУ.

Для самостоятельной работы

Помещение для самостоятельной работы, компьютерный класс общего доступа № 4б (170002, Тверская область, г. Тверь, пер. Садовый, д. 35)	Компьютер, экран, проектор, кондиционер.
---	--

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Внесены изменения в программное обеспечение	От 24.08.2023 года, протокол № 1 ученого совета факультета

	2) Программное обеспечение		
2.	п.3. Объемы дисциплины п.4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Внесены изменения в контактную работу и в формируемые компетенции	От 16.01.2025 г. протокол № 7 ученого совета факультета