

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Степанов Павел Иванович
Должность: Руководитель НТИ НИЯУ МИФИ
Дата подписания: 24.02.2026 15:17:01
Уникальный программный ключ:
8c65c591e26b2d8e460927740c7326228a36255

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Новоуральский технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

УТВЕРЖДЕНА
Ученым советом НТИ НИЯУ МИФИ
Протокол №3 от 24.04.2023 г.

Рабочая программа учебной дисциплины
«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ»

Направление подготовки (специальность)	13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
Профиль подготовки (специализация)	Электропривод и автоматика
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	Очно - заочная

Новоуральск 2023

Семестр	4
Трудовоемкость, ЗЕТ	4 ЗЭТ
Трудовоемкость, ч.	144 ч.
Аудиторные занятия, в т.ч.:	52 ч.
- лекции	18 ч.
- лабораторные работы	16 ч.
- практические работы	18 ч.
Самостоятельная работа	92 ч.
Форма итогового контроля	Зачет с оценкой

Индекс дисциплины в Рабочем учебном плане (РУП) – Б1.В.01.ДВ.01.02

Рабочую программу составил доцент кафедры «Промышленной электроники»
Посконный Г.И., к.т.н., доцент.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели освоения учебной дисциплины	4
2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Формируемые компетенции и планируемые результаты	4
4. Воспитательный потенциал дисциплины	6
5. Структура и содержание учебной дисциплины	7
6. Информационно-образовательные технологии	10
7. Средства контроля и оценки	10
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины	10
9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины	11
Приложение 1. Балльно-рейтинговая система оценки	12
Приложение 2 Фонд оценочных средств	14

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основной целью курса является ознакомление с основными типами систем управления преобразовательными устройствами, принципами их работы, основными схемотехническими решениями, которые приняты при реализации структурных элементов систем управления.

В результате изучения курса студент должен знать основные принципы импульсно-фазового управления преобразовательными устройствами, основные типы систем управления выпрямительными устройствами, их структуру и характеристики, особенности их построения; основные типы и особенности построения систем управления реверсивными преобразователями постоянного напряжения и импульсными преобразователями; основные типы и особенности построения систем управления автономными инверторами. Необходимо, чтобы студент умел давать оценку влияния преобразовательных устройств на их электромагнитную совместимость с питающей сетью. Кроме того, студент должен быть ознакомлен с примерами реализации систем управления на современной элементной базе и с микропроцессорными системами управления.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В соответствии с рабочим учебным планом входит в его обязательную часть в общепрофессиональный модуль в часть, формируемая участниками образовательных отношений

3 ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В результате освоения содержания дисциплины «Системы управления преобразовательными устройствами» студент должен обладать следующими компетенциями

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	2
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

1	2
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	З-УК-6 Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни У-УК-6 Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения В-УК-6 Владеть: методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социо-культурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни
ПК-6 Способен осуществлять изменение схем соединений сети и управлять режимами работ электрооборудования в нормальных и аварийных режимах	З-ПК-6 Знать: порядок производства оперативных переключений и ведения оперативных переговоров; ликвидации технологических нарушений в электрической части; характерные неисправности и повреждения ЭТО, способы их предупреждения, определения и устранения У-ПК-6 Уметь: осуществлять оперативные переговоры и оформлять оперативную документацию; контролировать режимы работы турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов, а также производить изменения в схемах электрических соединений объекта профессиональной деятельности В-ПК-6 Владеть: навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа

В результате освоения дисциплины «СУПУ» студент должен:

Знать:

- основные типы систем управления выпрямительными устройствами;
- структуру, характеристики, особенности их построения;
- основные типы и особенности построения систем управления реверсивными преобразователями постоянного напряжения;
- основные типы и особенности построения систем управления импульсными преобразователями;
- основные типы и особенности построения систем управления автономными инверторами.

Уметь:

- проводить эксперименты по заданной методике, составлять описание проводимых исследований и анализировать полученные результаты;
- пользоваться учебной и справочной литературой по дисциплине, ресурсами сети Интернет для получения необходимой информации и при выполнении самостоятельной работы;

Владеть:

- методами обработки и анализа результатов эксперимента; навыки оформления текстовой технической документации согласно требованиям СТО и ГОСТ;
- навыками поиска информации в учебной, справочной, методической литературе (в иных источниках, включая ресурсы сети Интернет) для решения поставленных задач теоретической, практической, экспериментальной направленности.

4 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи воспитания, воспитательный потенциал дисциплин:

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональный модуль	Формирование ответственности и аккуратности в работе с электротехническим оборудованием (B26) Формирование коммуникативных навыков в области эксплуатации электротехнического оборудования (B27)	1.Использование воспитательного потенциала профильной дисциплины «Учебно - исследовательская работа студентов» и иных профильных дисциплин профессионального модуля для: - формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач на оборудовании предприятий отраслевой промышленности посредством привлечения действующих специалистов к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе с использованием измерительного и технологического оборудования на кафедрах, в лабораториях НТИ НИЯУ МИФИ; 2.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин Общепрофессионального и профессионального модуля, для: - формирования профессиональной коммуникации в научной среде; - формирования разностороннего мышления и тренировки готовности к работе в профессиональной и социальной средах - формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия требованиям к эффективным и прогрессивным специалистом профильной подготовки через организацию площадках профильных предприятий, использование методов коллективных форм познавательной деятельности, ролевых заданий, командного выполнения учебных заданий и защиту их результатов. практикумов на площадках профильных предприятий, использование методов коллективных форм познавательной деятельности, ролевых заданий, командного выполнения учебных заданий и защиту их результатов

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура учебной дисциплины.

№ п/п	Название темы/раздела учебной дисциплины	Виды учебных занятий, и их трудоемкость (в часах)					Текущий контроль (форма*, неделя)	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Индикаторы освоения компетенции
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовые работы/проекты	Самостоятельная работа				
1.	Введение									
2.	Классификация систем управления выпрямителями. Характеристики СИФУ.	2								
3.	Аналоговые синхронные системы управления.	3	18							
4.	Аналоговые асинхронные системы управления.	2								
5.	Цифровые СИФУ	1								
6.	Управление реверсивными преобразователями	2								
7.	Системы управления инверторами	3		4						
8.	Управление импульсными преобразователями постоянного напряжения	1		4						
9.	Управление преобразователями частоты	2		4						
10	Микропроцессорные системы управления преобразователями	1		4						
	Итого:	18	18	16		92			50	
	Зачет с оценкой				-			ИР	50	
	Всего				-				100	

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
ИР	Итоговая работа
К	Конспектирование материала
ДЗ	Домашнее задание

Содержание учебной дисциплины.

Лекции – 18 часов

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудоемкость, час.
1	2	3	4
1.	<i>Введение.</i>	Классификация систем управления выпрямителями. Характеристики СИФУ	1
2.	<i>Аналоговые синхронные системы управления.</i>	Многоканальные синхронные СИФУ. Структура многоканальных синхронных СИФУ. Асимметрия многоканальных синхронных СИФУ. Одноканальные синхронные СИФУ. Структура одноканальных синхронных СИФУ. Асимметрия одноканальных синхронных СИФУ.	2
3.	<i>Аналоговые асинхронные системы управления</i>	Структура асинхронных СИФУ. Примеры реализации СИФУ.	3
4.	<i>Цифровые СИФУ</i>	Структурные схемы, элементная база	2
5.	<i>Управление реверсивными преобразователями</i>	Структура систем управления реверсивными преобразователями. Совместное и раздельное управление. Внешние и регулировочные характеристики	1
6.	<i>Системы управления инверторами</i>	Системы управления инверторами напряжения. Структура систем управления. Системы управления инверторами тока. Структура систем управления	2
7.	<i>Управление импульсными преобразователями</i>	Управление импульсными преобразователями постоянного напряжения. Структура, примеры реализации	3
8.	<i>Управление преобразователями частоты</i>	Управление преобразователями частоты со звеном постоянного тока. Управление непосредственными преобразователями частоты. Особенности построения систем управления	1
9.	<i>Микропроцессорные системы управления преобразователями</i>	ШИМ в управления автономными инверторами	2

Лабораторные занятия – 16 часов

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудоемкость, час.
1	2	3	4
1.	5-9	Изучение СИФУ с пилообразным и косинусоидальным опорным напряжением	4
2.		Изучение систем управления АИН и импульсного преобразователя постоянного напряжения.	4
3.		Изучение системы управления преобразователя частоты ТПТР-10- 230-3200	4
4.		Изучение системы управления агрегата бесперебойного питания.	4

Практические занятия – 18 часов

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудоемкость, час.
1	2	3	4
1.	5-9	«Схемотехническая реализация некоторых структурных элементов СИФУ выпрямителей, инверторов, преобразователей DC/DC»	18

Самостоятельная работа обучающихся – 92 часа

Самостоятельная работа студента по учебной дисциплине регламентируется «Положением об организации самостоятельной работы студентов в НТИ НИЯУ МИФИ».

№ п/п	Вид самостоятельной работы и ее содержание	Трудоемкость, час.
1	Проработка текущего лекционного материала	36
2	Подготовка к двум аудиторным контрольным работам	8
3	Подготовка к лабораторным работам (ЛР1-ЛР4)	12
4	Оформление отчетов к практической работе, защита	10
5	Подготовка к сдаче зачета	26

6. ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии (в соответствии с рекомендациями «Положения об организационных формах и технологиях образовательного процесса в НТИ НИЯУ МИФИ»):

- 1 Информационно-развивающие технологии.
2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии.
3. Личностно ориентированные технологии обучения

Для повышения уровня знаний студентов в течение семестра организуются консультации преподавателей. Во время консультационных занятий:

- проводится объяснение непонятных для студентов разделов теоретического курса;
- разъясняются алгоритмы решения индивидуальных домашних заданий;
- принимаются задолженности по работам;
- проводятся консультации по выполнению рефератов, домашних заданий, лабораторных работ и т.д.

7. СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ

Итоговый контроль по окончании освоения дисциплины проводится в форме экзамена, до которого допускаются студенты, выполнившие и защитившие лабораторные работы, сдавшие отчеты по практическим работам. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса. Максимальное количество баллов, которое студент может получить за отличный ответ, составляет 40 баллов. Оставшиеся 60 баллов набираются за работу в течение семестра.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Основная литература

Г.С.Зиновьев Силовой электроники: учебное пособие для бакалавров / Г.С.Зиновьев. – 5 изд., испр. и доп. – М. Издательство Юрайт, 2012. – 667 с. – Серия: Бакалавр. Углубленный курс.

А.А.Ефимов Основы силовой электроники. Конспект лекций по курсу «Основы преобразовательной техники». – Новоуральск, НГТИ, 2004. – 163 с.

8.2 Дополнительная литература

Писарев А. Л., Деткин Л. П. “Управление тиристорными преобразователями” – М.: Энергия, 1975. – 264 с.

Управление непосредственными преобразователями частоты. / В. А. Бизиков, С. Г. Обухов, Е. Е. Чаплыгин. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 128 с.

Перельмутер В. М., Сидоренко В. А. “Системы управления тиристорными преобразователями постоянного тока” – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 304 с.

Калашников Б. Е. Системы управления автономными инверторами. – М.: Энергия, 1974. – 104 с.

8.3 Методическое обеспечение

Ефимов А.А., Горяев К. В., Иванова Н.В. Лабораторный практикум по курсу “Системы управления преобразовательными устройствами” для студентов очной формы обучения по специальности 210106 “Промышленная электроника”. – Новоуральск, НГТИ, 2004. – 30 с.

8.4 Информационное обеспечение (включая перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»)

1 <http://nsti.ru>

2 научная библиотека e-librari

3 ЭБС «Лань»

4 ЭБС «IPRbooks»

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами. В библиотечном фонде представлены необходимые учебные пособия согласно нормативам ФГОС. Все рекомендуемые методические пособия и материалы по курсу имеются в электронном виде, на бумажных носителях, представлены в УМКД. Пособия хранятся на кафедре «Промышленная электроника» (аудитория 517), могут быть представлены в электронном читальном зале института. Электронные копии пособий также могут индивидуально предоставляться студентам по их запросу на кафедре. По указанному курсу имеются методические пособия для самостоятельной работы студентов. Студенты своевременно обеспечиваются индивидуальными вариантами домашних заданий. Варианты заданий имеются в электронном виде и представлены в УМКД. Студенты обеспечиваются методическими пособиями и руководствами по выполнению лабораторных работ не позднее, чем за две недели до проведения лабораторного практикума. Лабораторные работы по курсу осуществляются в специализированной лаборатории. Студенты проходят первичный инструктаж по технике безопасности.

Приложение 1. Балльно-рейтинговая система оценки

Балльно-рейтинговая система оценки знаний студента по курсу введена на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе, применяемой для ведения текущего контроля успеваемости студентов НТИ НИЯУ МИФИ», которое, в свою очередь, разработано на основании «Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов НИЯУ МИФИ», в связи с переходом университета на ФГОС ВО.

Положение соответствует законодательству в области образования, Типовому положению об образовательном учреждении высшего профессионального образования, Уставу НТИ НИЯУ МИФИ.

Балльно-рейтинговая система оценивания предназначена для аттестации обучающихся на соответствие их персональных учебных достижений поэтапным требованиям курса путем использования оценочных средств контроля полученных знаний, умений и приобретаемых навыков.

Градации интервалов баллов, связанные со шкалой оценок успеваемости, устанавливаются единые по университету.

Оценка по 5 балльной шкале	зачет	Сумма баллов по дисциплине	Оценка (ECTS)	Градация
5 (отлично)	зачтено	90-100	A	Отлично – блестящие результаты с незначительными недочетами
4 (хорошо)		85-89	B	Очень хорошо – выше среднего уровня, с некоторыми недочетами
		75-84	C	Хорошо - в целом серьезная работа, но с рядом замечаний
		70-74	D	Удовлетворительно – неплохо, однако имеются серьезные недочеты
		65-69		
3(удовлетворительно)		60-64	E	Посредственно – результаты удовлетворяют минимальным требованиям (проходной балл)
2 (неудовлетворительно)	Не зачтено	Ниже 60	F	неудовлетворительно – требуется выполнение значительного объема работы (либо повтор курса в установленном порядке, либо основание для отчисления)

**Таблица распределения баллов текущего и итогового рейтинга
по видам деятельности при изучении дисциплины «СУПУ»**

№ п/п.	Вид деятельности	Количество контрольных единиц	Весовой коэффициент значимости	Максимальное количество баллов
1	Выполнение лабораторных работ:	3	1	3
2	Оформление отчёта по лабораторной работе:	3	1	3
3	Защита лабораторной работы:	3	1	3
4	Конспектирование материала, проработка теоретического материала	18	1	18
5	Посещение лекций	18	1	18
6	Выполнение и оформление заданий на практических занятиях	1	15	15
	ИТОГО к промежуточной аттестации			60
7	Зачет с оценкой	40	1	40
	ИТОГО по дисциплине:			100

Приложение 2 Фонд оценочных средств

Перечень тем аудиторной практической работы

- 1) Схемотехническая реализация усилителей выходных каскадов (ВК) СИФУ выпрямителей (В) и автономных инверторов напряжения (АИН) на тиристорах;
- 2) Схемная реализация компараторов (нуль-органов) СИФУ В;
- 3) Реализация счетчиков, дешифраторов, распределителей импульсов в СИФУ В, АИН.
- 4) Интегральные микросхемы для управления силовыми ключами в преобразователях DC/DC.

Перечень вопросов к зачету

- 1 Назначение систем импульсно-фазового управления (СИФУ) выпрямителями.
- 2 Основные требования, предъявляемые к СИФУ.
- 3 Классификация СИФУ.
- 4 Фазоимпульсный способ управления включением тиристора.
- 5 Структура СИФУ с вертикальным принципом управления.
- 6 Схемная реализация основных структурных элементов СИФУ.
- 7 Передаточные характеристики системы «Управляемый выпрямитель – СИФУ» с пилообразным развертывающим напряжением.
- 8 Передаточные характеристики системы «Управляемый выпрямитель – СИФУ» с косинусообразным развертывающим напряжением.
- 9 Трансформаторное входное устройство (ВУ) для получения косинусообразного развертывающего напряжения.
- 10 Схемотехническое решение, обеспечивающее работу управляемого выпрямителя при посадке сетевого напряжения. Суть проблемы.
- 11 Многоканальные синхронные СИФУ. Преимущества, недостатки.
- 12 Пример структурной схемы многоканальной СИФУ однофазного двухполупериодного выпрямителя с высокой степенью симметрии угла управления.
- 13 Пример структурной схемы многоканальной СИФУ трехфазного выпрямителя с нулевым проводом и высокой степенью симметрии угла управления.
- 14 Пример структурной схемы многоканальной СИФУ трехфазного мостового выпрямителя с высокой степенью симметрии угла управления.
- 15 Особенности СИФУ трехфазного мостового выпрямителя с узкими импульсами управления.
- 16 Одноканальные синхронные СИФУ многофазных выпрямителей.
- 17 Одноканальные асинхронные СИФУ непрерывного слежения.
- 18 Системы управления автономными инверторами напряжения, тока. Структура систем управления.
- 19 Управление импульсными преобразователями постоянного
- 20 Управление преобразователями частоты со звеном постоянного тока. Управление непосредственными преобразователями частоты. Особенности построения систем управления. Алгоритмы управления с применением ШИР, ШИМ.
- 21 Микропроцессорные системы управления преобразователями. ШИМ в управлении автономными инверторами

Дополнения и изменения к рабочей программе:

на 20____/20____ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «__»_____20__ г.
Заведующий кафедрой ПЭ

на 20____/20____ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «__»_____20__ г.
Заведующий кафедрой ПЭ

на 20____/20____ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «__»_____20__ г.
Заведующий кафедрой ПЭ

на 20____/20____ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «__»_____20__ г.
Заведующий кафедрой ПЭ

Программа действительна

на 20____/20____ уч.год _____ (заведующий кафедрой ПЭ)

на 20____/20____ уч.год _____ (заведующий кафедрой ПЭ)

на 20____/20____ уч.год _____ (заведующий кафедрой ПЭ)

на 20____/20____ уч.год _____ (заведующий кафедрой ПЭ)