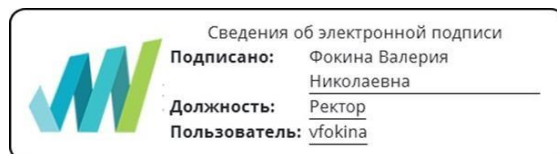


**Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Открытый университет экономики, управления и права»
(АНО ВО ОУЭП)**

УТВЕРЖДАЮ

Ректор АНО ВО ОУЭП Фокина В.Н.



Утверждено протоколом заседания
кафедры Информатики
№ 10-04 от 10 апреля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.07 ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ

Для направления подготовки:
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(уровень бакалавриата)

Типы задач профессиональной деятельности:
проектный

Направленность (профиль):
Электротехнические системы и технологии

Форма обучения:
очная

Разработчик: Миненков Олег Викторович, к.соц.н., доцент

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата), утв. Приказом Министерства образования и науки РФ от 28 февраля 2018 г. N 144

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой Информатики к.тех.н., профессор Федоров Сергей Евгеньевич

Протокол заседания кафедры № 10-04 от 10.04.2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	4
2.1. Место дисциплины в учебном плане:	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМСЯ	4
5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ ПО СЕМЕСТРАМ	5
6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
7. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ	6
8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	6
9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
9.1. Рекомендуемая литература:	7
9.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.....	7
9.3. Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	8
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ	9
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	9
11.1. Особенности организации образовательного процесса для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) (в случае наличия таких категорий, обучающихся).....	10
Приложение 1.....	13

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: выстраивание структурированной системы понимания концепции применения преобразователей частоты (ПЧ) в современной промышленности

Задачи:

- изучение основных понятий, принципов работы и компонентами ПЧ, с задачами, решаемыми данными устройствами, с применяемыми способами работы и границами применимости;
- получение представления о возможностях, способах и областях использования преобразователей частоты (ПЧ);
- формирование навыков настройки и диагностики ПЧ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Место дисциплины в учебном плане:

Блок: Блок 1. Дисциплины (модули).

Часть: Формируемая участниками образовательных отношений.

Осваивается (семестр):

очная форма обучения – 6

3. КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-2 - Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства и использования электроэнергии в профессиональной деятельности

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМСЯ

Код и наименование компетенции	Результаты обучения
ПК-2 - Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства и использования электроэнергии в профессиональной деятельности	Знает: принципы работы преобразователей частоты, их основные схемы и характеристики, а также методы управления и регулирования частоты. Умеет: анализировать и выбирать типы преобразователей для различных приложений, проводить расчеты и определять параметры работы преобразователей частоты в электрических системах. Владеет: навыками настройки, эксплуатации и диагностики преобразователей частоты, а также их интеграции в электроэнергетические комплексы и системы управления.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ ПО СЕМЕСТРАМ

Общая трудоемкость дисциплины «Преобразователи частоты» для обучающихся очной формы обучения, реализуемой в АНО ВО ОУЭП по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, составляет: 4 з.е. / 144 час.

Вид учебной работы	Всего число часов и (или) зачетных единиц
	Очная
Аудиторные занятия	72
<i>в том числе:</i>	
Лекции	18
Практические занятия	54
Лабораторные работы	-
Самостоятельная работа	72
<i>в том числе:</i>	
часы на выполнение КР / КП	
Промежуточная аттестация:	
Вид	Зачет с оценкой – 6 сем.
Трудоемкость (час.)	-
Общая трудоемкость з.е. / час.	4 з.е. / 144 час.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование темы дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самост. работа (в т.ч. КР / КП)
Очная форма обучения					
1	Основы построения и классификация преобразователей частоты	7	10		18
2	Силовые схемы и основные типы преобразователей частоты	4	16		18
3	Аппаратная структура, модульность и дополнительные компоненты ПЧ	3	14		18
4	Управление преобразователями частоты и их применение в энергетических системах	4	14		18
	Итого семестр (часов)	18	54	-	72
Форма контроля:		Зачет с оценкой		-	
Всего по дисциплине:		144 / 4 з.е.			

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Основы построения и классификация преобразователей частоты

Назначение и области применения преобразователей частоты в системах электропривода, электроснабжения и энергетики. Основные термины и определения, принципы преобразования параметров электрической энергии. Классификация ПЧ по способу преобразования, числу звеньев, уровню напряжения и структуре силовой части. Базовые схемные решения, применяемая силовая элементная база, полупроводниковые ключи, выпрямительные и инверторные модули, а также основные технические характеристики преобразователей.

Тема 2. Силовые схемы и основные типы преобразователей частоты

Принципы построения преобразователей частоты с двойным преобразованием энергии и непосредственных преобразователей. Структура силового канала, назначение выпрямительного, промежуточного и инверторного звеньев, особенности формирования выходного напряжения и частоты. Схемы непосредственного преобразования, их достоинства, ограничения и области применения. Особенности средне- и высоковольтных ПЧ, требования к их силовой части, изоляции, коммутации и применению в мощных электроприводах.

Тема 3. Аппаратная структура, модульность и дополнительные компоненты ПЧ

Состав и назначение основных и вспомогательных аппаратных компонентов преобразователя частоты. Входные и выходные фильтры, дроссели, тормозные устройства, устройства защиты, коммутации и подавления электромагнитных помех. Причины применения дополнительных компонентов и их влияние на качество электроэнергии и надежность оборудования. Принципы модульного построения ПЧ, возможности резервирования, масштабирования мощности, технического обслуживания и замены отдельных функциональных модулей.

Тема 4. Управление преобразователями частоты и их применение в энергетических системах

Структура и основные функции системы управления преобразователем частоты. Формирование управляющих сигналов, регулирование выходной частоты и напряжения, контроль электрических параметров, диагностика и защитные функции. Вспомогательные возможности ПЧ, включая программируемые режимы, обмен данными и интеграцию в автоматизированные системы управления. Применение преобразователей в системах генерации энергии, регулируемом электроприводе и энергетических установках.

7. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ

Курсовая работа не предусмотрена

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Примерный фонд оценочных средств представлен в Приложении 1.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература:

1. Гордеев-Бургвиц, М. А. Общая электротехника и электроника: учебное пособие / М. А. Гордеев-Бургвиц. — Москва: МИСИ-МГСУ, Ай Пи Ар Медиа, ЭБС АСВ, 2024. — 331 с. — ISBN 978-5-7264-3456-8. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/140491.html>
2. Зикий, А. Н. Преобразование частоты радиосигналов в телекоммуникационных системах: учебное пособие / А. Н. Зикий, А. В. Помазанов, А. П. Плёткин. — Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2022. — 195 с. — ISBN 978-5-9275-4207-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/129106.html>
3. Преобразователи электрической энергии силовой электроники. В 2 частях. Ч.2: учебное пособие / А. В. Аристов, С. К. Земан, Д. Ю. Ляпунов, А. Г. Юдинцев. — Томск: Томский политехнический университет, 2021. — 200 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/134289.html>

9.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Программное обеспечение, необходимое для реализации дисциплины:

Лицензионное программное обеспечение (в том числе, отечественного производства)

Информационная технология. Аттестационный интеллектуальный информационный робот контроля оригинальности и профессионализма «ИИР КОП» (отечественное ПО)

Информационная технология. Онлайн тестирование цифровой платформы Ровеб (отечественное ПО)

Операционная система Windows Professional 10

Платформа проведения аттестационных процедур с использованием каналов связи (отечественное ПО)

Платформа проведения вебинаров (отечественное ПО)

ПО браузер – приложение операционной системы, предназначенное для просмотра Web-страниц

Электронный информационный ресурс «Личная студия обучающегося» (отечественное ПО)

Электронный информационный ресурс. Экспертный интеллектуальный информационный робот Аттестация ассессоров (отечественное ПО)

Свободно распространяемое программное обеспечение

Мой Офис Веб-редакторы <https://edit.myoffice.ru> (отечественное ПО);

ПО «Блокнот» - стандартное приложение операционной системы (MS Windows, Android и т.д.), предназначенное для работы с текстами.

ПО Open Office.org Draw - http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html

ПО OpenOffice.Org Calc - http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html;

ПО OpenOffice.Org Writer - http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html

ПО OpenOffice.Org.Base - http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html;

ПО OpenOffice.org.Impress - http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html

9.3. Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.consultant.ru/> - справочная правовая система КонсультантПлюс
2. <http://www.iprbookshop.ru> - Электронно-библиотечная система IPRSmart (ЭБС IPRSmart) –электронная библиотека по всем отраслям знаний
3. <https://cyberleninka.ru/> - научная электронная библиотека КиберЛенинка
4. <https://gufo.me/> - справочная база энциклопедий и словарей
5. <https://ro-edu.ru/> - Медиапортал «Российское образование»
6. <https://rusneb.ru/> - федеральная государственная информационная система и единое электронное пространство знаний, объединяющее оцифрованные фонды российских библиотек, музеев и архивов
7. <https://universarium.org/> - российская межвузовская платформа от ведущих университетов и компаний
8. <https://www.elibrary.ru/> - электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU, крупнейшая в России электронная библиотека научных публикаций
9. <https://www.garant.ru/> - справочная правовая система Гарант
10. <https://www.lektorium.tv/> - российская образовательная платформа, которая предлагает массовые открытые онлайн-курсы (MOOK) и лекции от ведущих вузов, научных институтов и компаний

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Помещения для осуществления образовательного процесса по дисциплине представляют собой аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения с возможностью подключения к сети «Интернет».

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Комплект специализированной учебной мебели, отвечающий установленным нормам и требованиям: столы, стулья, персональные компьютеры с программным обеспечением и доступом в Интернет, шкаф книжный, доска передвижная поворотная магнитная (маркерная), тумба, кулер малый. Рабочее место преподавателя: стол, стул, персональный компьютер с программным обеспечением и доступом в Интернет.
Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Комплект специализированной учебной мебели, отвечающий установленным нормам и требованиям: столы, стулья, столы рабочие электромонтажные, табурет антистатический (полиуретановый), проектор, проекционный настенный экран, шкаф для одежды, стеллажи. Миниатюрная электротехническая лаборатория МЭЛ-2. Микропроцессорный учебный комплекс (МУК-1) «Классик-1». Лабораторные стенды: Комплект лабораторного оборудования

	«Электротехника, основы электроники, электрические машины, электропривод», ЭЛБ-241.022.11". Комплект лабораторного оборудования «Теоретические основы электротехники», ЭЛБ-241.062.04". Лабораторный стенд «Трехфазный асинхронный двигатель», ЭЛБ-241.130.01". Лабораторный стенд «Электробезопасность в системах электроснабжения», ЭЛБ-240.002.03. Рабочее место преподавателя: стол, стул.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Комплект специализированной учебной мебели, отвечающий установленным нормам и требованиям: столы, стулья, персональные компьютеры с программным обеспечением и доступом в Интернет.
Многофункциональная аудитория для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов)	Комплект специализированной мебели, отвечающий установленным нормам и требованиям (столы для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов)), персональные компьютеры, веб-камера, гарнитура, информационная система «Исток» - для слабослышащих, клавиатура Брайля, клавиатура беспроводная с большими кнопками и накладкой для лиц с ОВЗ, портативное устройство для чтения/увеличения "Pearl", подключаемое к ПК, инвалидное кресло-коляска. Рабочее место преподавателя: стол, стул, веб-камера персональный компьютер с программным обеспечением и доступом в Интернет.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины проводится в форме лекций, практических и/или лабораторных занятий, организации самостоятельной работы обучающихся, консультаций.

Главное назначение лекции - обеспечить теоретическую основу обучения, развить интерес к учебной деятельности и конкретной учебной дисциплине, сформировать у обучающихся ориентиры для самостоятельной работы над учебной дисциплиной.

Основной целью практических и/или лабораторных занятий является обсуждение наиболее сложных теоретических вопросов, их методологическая и методическая проработка, выполнение практических заданий.

Самостоятельная работа с учебной, учебно-методической и научной литературой, дополняется работой с тестирующими системами, тренинговыми программами, с информационными базами, электронными образовательными ресурсами в электронной информационно-образовательной среде организации и сети Интернет.

Цель самостоятельной работы - подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Реализация поставленной цели предполагает решение следующих задач:

- качественное освоение теоретического материала по изучаемой дисциплине, углубление и расширение теоретических знаний с целью их применения на уровне междисциплинарных связей;
- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических навыков;

- формирование умений по поиску и использованию нормативной, правовой, справочной и специальной литературы, а также других источников информации;
- развитие познавательных способностей и активности, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самообразованию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие научно-исследовательских навыков;
- формирование умения решать практические задачи (в профессиональной деятельности), используя приобретенные знания, способности и навыки.

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью образовательного процесса.

Самостоятельная работа предполагает инициативу самого обучающегося в процессе сбора и усвоения информации, приобретения новых знаний, умений и навыков и ответственность его за планирование, реализацию и оценку результатов учебной деятельности. Процесс освоения знаниями при самостоятельной работе не обособлен от других форм обучения.

Самостоятельная работа по подготовке письменных работ должна:

- быть выполнена индивидуально (или являться частью коллективной работы);
- представлять собой законченную разработку (этап разработки), в которой анализируются актуальные проблемы по определенной теме и ее отдельных аспектов;
- отражать необходимую и достаточную компетентность автора;
- иметь учебную, научную и/или практическую направленность;
- быть оформлена структурно и логически последовательно;
- содержать краткие и четкие формулировки, убедительную аргументацию, доказательность и обоснованность выводов;
- соответствовать этическим нормам (правила цитирования и парафраз; ссылки на использованные библиографические источники; исключение плагиата, дублирования собственного текста и использования чужих работ).

11.1. Особенности организации образовательного процесса для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) (в случае наличия таких категорий, обучающихся)

Образовательный процесс включает в себя теоретическое обучение, все виды практик, воспитательную работу, мероприятия по комплексному сопровождению для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) с учетом их возрастных и индивидуальных особенностей.

Образовательная программа может быть адаптирована для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) (адаптивная образовательная программа). Адаптивная образовательная программа разрабатывается на основании личного заявления обучающегося (законного представителя) и рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии и/или справке медико-социальной экспертизы, индивидуальная программа реабилитации или абилитации.

При разработке адаптивной образовательной программы учитываются особые образовательные потребности обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов), исходя из особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидам (детям-инвалидам) по их заявлению предоставляются специальные технические средства, программные средства и услуги ассистента (помощника), оказывающего необходимую техническую помощь.

При реализации адаптивной образовательной программы обучающимся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидам (детям-инвалидам) предоставляются следующие возможности:

- использование специальных технических средств;
- обеспечение электронными образовательными ресурсами, использующими аудио сопровождение учебного материала;
- обеспечение электронными образовательными ресурсами с возможностью увеличения размера шрифта;
- обеспечение печатными образовательными ресурсами;
- особенности процедур аттестации.

При реализации адаптивной образовательной программы применяются следующие формы контроля и оценки результатов обучения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) в зависимости от характера ограничений здоровья.

Для обучающихся с нарушением зрения:

- устная проверка: дискуссии, тренинги, круглые столы и др.;
- с использованием компьютера и специального программного обеспечения: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты и др.;
- при возможности, письменная проверка с использованием шрифта Брайля, увеличенного шрифта, использование специальных технических средств: контрольные работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.

Для обучающихся с нарушением слуха:

- письменная проверка: контрольные, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.;
- с использованием компьютера и специального программного обеспечения: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты и др.;
- при возможности, устная проверка с использованием специальных технических и программных средств, дискуссии, тренинги, круглые столы и др.

Для обучающихся с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- письменная проверка с использованием специальных технических средств: контрольные работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.;
- устная проверка с использованием специальных технических средств: дискуссии, тренинги, круглые столы и др.;
- с использованием компьютера и специального программного обеспечения: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты и др.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение аттестации для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими инвалидности и ОВЗ, если это не создает трудностей для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) и иных обучающихся при прохождении аттестации;
- присутствие в аудитории ассистента (помощника), оказывающего обучающимся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидам (детям-инвалидам) необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с экзаменатором);
- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) в аудиторию, спортивный зал, санитарные и другие вспомогательные помещения.

По письменному заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) продолжительность сдачи экзамена может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

- продолжительность сдачи экзамена, проводимого в письменной форме, - не

более чем на 90 минут;

- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут.

О необходимости обеспечения специальных условий для проведения аттестации обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов), обучающийся должен сообщить письменно не позднее, чем за 10 дней до начала аттестации. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в организации).

**Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Открытый университет экономики, управления и права»
(АНО ВО ОУЭП)**

Фонд оценочных средств

Текущего контроля и промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.07 ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ

Для направления подготовки:
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(уровень бакалавриата)

Типы задач профессиональной деятельности:
проектный

Направленность (профиль):
Электротехнические системы и технологии

Форма обучения:
очная

Москва 2026

Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Результаты обучения
ПК-2 - Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства и использования электроэнергии в профессиональной деятельности	Знает: принципы работы преобразователей частоты, их основные схемы и характеристики, а также методы управления и регулирования частоты. Умеет: анализировать и выбирать типы преобразователей для различных приложений, проводить расчеты и определять параметры работы преобразователей частоты в электрических системах. Владеет: навыками настройки, эксплуатации и диагностики преобразователей частоты, а также их интеграции в электроэнергетические комплексы и системы управления.

Показатели оценивания результатов обучения

Шкала оценивания			
Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ПК-2 - Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства и использования электроэнергии в профессиональной деятельности			
Не знает: принципы работы преобразователей частоты, их основные схемы и характеристики, а также методы управления и регулирования частоты Не умеет: анализировать и выбирать типы преобразователей для различных приложений, проводить расчеты и определять параметры работы преобразователей частоты в электрических системах Не владеет: навыками настройки, эксплуатации и	Поверхностно знает: принципы работы преобразователей частоты, их основные схемы и характеристики, а также методы управления и регулирования частоты В целом умеет: анализировать и выбирать типы преобразователей для различных приложений, проводить расчеты и определять параметры работы преобразователей частоты в электрических системах, но испытывает затруднения В целом владеет:	Знает: принципы работы преобразователей частоты, их основные схемы и характеристики, а также методы управления и регулирования частоты, но допускает несущественные ошибки Умеет: анализировать и выбирать типы преобразователей для различных приложений, проводить расчеты и определять параметры работы преобразователей частоты в электрических системах, но иногда допускает ошибки	Знает: принципы работы преобразователей частоты, их основные схемы и характеристики, а также методы управления и регулирования частоты Умеет: анализировать и выбирать типы преобразователей для различных приложений, проводить расчеты и определять параметры работы преобразователей частоты в электрических системах Владеет: навыками настройки, эксплуатации и диагностики преобразователей

диагностики преобразователей частоты, а также их интеграции в электроэнергетические комплексы и системы управления	навыками настройки, эксплуатации и диагностики преобразователей частоты, а также их интеграции в электроэнергетические комплексы и системы управления, но испытывает сильные затруднения	Владеет: навыками настройки, эксплуатации и диагностики преобразователей частоты, а также их интеграции в электроэнергетические комплексы и системы управления, но иногда допускает ошибки	частоты, а также их интеграции в электроэнергетические комплексы и системы управления
--	--	---	---

Оценочные средства

Примеры тем для реферата:

1. Основы работы преобразователей частоты: принципы, схема построения и области применения.
2. Современные топологии преобразователей частоты: от классических до импульсных схем.
3. Влияние преобразователей частоты на энергоэффективность электродвигателей в промышленности.
4. Методы управления частотой и напряжением: скалярное управление и векторное (структурированное) управление.
5. Применение IGBT-транзисторов и других силовых полупроводников в преобразователях частоты.
6. Анализ и минимизация гармонических искажений, создаваемых преобразователями частоты.
7. Роль цифровых сигналовых процессоров (DSP) и микроконтроллеров в современных преобразователях частоты.
8. Интеллектуальные алгоритмы диагностики и защиты в системах с преобразователями частоты.
9. Преобразователи частоты в системах автоматизации: интеграция, управление и мониторинг.
10. Сравнительный анализ различных видов инверторов: синусоидальные, квадратурные, PWM-инверторы.
11. Применение преобразователей частоты в системах возобновляемой энергетики и электромобилях.
12. Влияние преобразователей частоты на электромагнитную совместимость в энергетических системах.
13. Методы активного и пассивного подавления электромагнитных помех, возникающих при работе преобразователей частоты.

14. Экономический анализ и оценка эффективности внедрения преобразователей частоты на предприятии.
15. Роль преобразователей частоты в повышении динамических характеристик приводных систем.
16. Моделирование и симуляция работы преобразователей частоты с использованием специализированных программ.
17. Современные тенденции цифровизации и IoT в управлении преобразователями частоты.
18. Проблемы термического управления и охлаждения в высокомоощных преобразователях частоты.
19. Надежность, диагностика ошибок и профилактика отказов в системах, использующих преобразователи частоты.
20. Перспективы развития технологий преобразователей частоты: интеграция новых материалов и методов управления.

Оценка реферата производится по шкале «зачтено» / «не зачтено».

Примерные темы доклада:

1. Что такое преобразователь частоты и для чего он используется?
2. Объясните принцип действия преобразователя частоты.
3. Какие существуют типы преобразователей частоты?
4. Чем отличаются векторные и скалярные преобразователи частоты?
5. Назовите основные компоненты преобразователя частоты.
6. Опишите функцию IGBT в преобразователе частоты.
7. Объясните разницу между широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) и прочими методами регулирования частоты.
8. Как изменение частоты влияет на характеристики электродвигателя?
9. Какие преимущества дает использование преобразователей частоты в системах электропривода?
10. Какие меры необходимо соблюдать при установке и подключении преобразователя частоты?
11. Как настраиваются параметры преобразователя частоты для определенной системы?
12. Объясните, что такое коэффициент мощности преобразователя частоты.
13. Какие распространенные проблемы могут возникать с преобразователями частоты, и как их можно решить?
14. Опишите методику диагностики неисправностей у преобразователя частоты.
15. Какие современные технологии используются в преобразователях частоты для повышения их эффективности и надежности?
16. Опишите роль цифровых технологий в управлении преобразователями частоты.

Оценка доклада производится по шкале «зачтено» / «не зачтено».

Пример теста:

1. Для каких типов двигателей применяются преобразователи частоты
а) Синхронных;

- б) Синхронных и асинхронных
 - в) Постоянного тока и шаговых;
2. Преобразователь с промежуточным звеном постоянного тока это
- а) Матричный преобразователь;
 - б) Преобразователь с двойным преобразованием;
 - в) Векторный преобразователь;
3. Процедура предзаряда служит для
- а) Подготовки ПЧ к рекуперации;
 - б) Защиты от тока КЗ;
 - в) Ограничения тока при подаче питания;
4. Электролитические конденсаторы используются в
- а) Во входном фильтре;
 - б) Звене постоянного тока;
 - в) В инверторе;
5. Сколько транзисторных ключей в одном плече НПЧ
- а) 3;
 - б) 6;
 - в) 9;
 - г) 10.
6. Диодом называют полупроводниковый прибор с p-р-переходом и двумя внешними выводами. Какое слово пропущено?
- а) Одним;
 - б) Двумя;
 - в) Тремя;
 - г) Четырьмя.
7. Транзистор, у которого эмиттер и коллектор имеют дырочную проводимость, а база – электронную проводимость, называется:
- а) p-р-п;
 - б) р-п-р;
 - в) р-р-п;
 - г) п-р-р.
8. Полевой транзистор имеет и более электродов.
- а) Пять;
 - б) Семь;
 - в) Один;
 - г) Три.
9. Что такое составные транзисторы?
- а) комбинация из двух отдельных электродов VT' и VT";
 - б) комбинация из двух отдельных диодов VT' и VT";
 - в) комбинация из трех спаянных транзисторов VT', VT" и VT;
 - г) комбинация из двух отдельных транзисторов VT' и VT".
10. Процесс преобразования постоянного тока в переменный ток называется
- а) Выпрямлением;
 - б) Фильтрацией;

- в) Коммутацией;
- г) Инвертированием.

Критерии оценивания тестовых заданий

Оценка формируется следующим образом:

- оценка «отлично» - 85-100% правильных ответов;
- оценка «хорошо» - 70-84% правильных ответов;
- оценка «удовлетворительно» - 40-69% правильных ответов;
- оценка «неудовлетворительно» - менее 39% правильных ответов.

Примеры вопросов для зачета с оценкой:

1. Возможно ли использовать векторное управление при отсутствии датчика скорости/положения ротора?
2. Можно ли ослабить резонансы в механической системе средствами ПЧ?
3. Может ли активный выпрямитель использоваться в режиме рекуперации?
4. Чем обусловлена максимальная частота ШИМ?
5. Может ли в системе управления ПЧ использоваться два сигнала задания скорости?
6. Какова цель процесса предзаряда?
7. В чём принципиальное отличие в функционировании ПЧ с диодным выпрямителем от ПЧ с транзисторным?
8. Какова функция тормозного резистора?
9. Сколько регуляторов в векторной системе управления и что это за регуляторы?
10. Как можно ограничить выходной момент электродвигателя в ПЧ?
11. Зачем нужны конденсаторы в звене постоянного тока?
12. В чём состоит особенность циклоконвертора?
13. Какие вспомогательные функции могут присутствовать в ПЧ?
14. В чём преимущества и недостатки модульной структуры ПЧ?
15. Каким образом может происходить повышение выходного напряжения в высоковольтных ПЧ?

Критерии оценки при проведении промежуточной аттестации

Оценивание знаний обучающихся осуществляется по 4-балльной шкале при проведении экзаменов и зачетов с оценкой (оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно») или 2-балльной шкале при проведении зачета («зачтено», «не зачтено»).

При прохождении обучающимися промежуточной аттестации оцениваются:

1. Полнота, четкость и структурированность ответов на вопросы, аргументированность выводов.
2. Качество выполнения практических заданий (при их наличии): умение перевести теоретические знания в практическую плоскость; использование правильных форматов и методологий при выполнении задания; соответствие результатов задания поставленным требованиям.
3. Комплексность ответа: насколько полно и всесторонне обучающийся раскрыл тему вопроса и обратился ко всем ее аспектам.

Критерии оценивания

4-балльная шкала и 2-балльная шкалы	Критерии
«Отлично» или «зачтено»	1. Полные и качественные ответы на вопросы, охватывающие все необходимые аспекты темы. Обучающийся обосновывает свои выводы с использованием соответствующих фактов, данных или источников, демонстрируя глубокую аргументацию. 2. Обучающийся успешно переносит свои теоретические знания в практическую реализацию. Выполненные задания соответствуют высокому уровню качества, включая использование правильных форматов, методологий и инструментов. 3. Обучающийся анализирует и оценивает различные аспекты темы, демонстрируя способность к критическому мышлению и самостоятельному исследованию.
«Хорошо» или «зачтено»	1. Обучающийся предоставляет достаточно полные ответы на вопросы с учетом основных аспектов темы. Ответы обучающегося имеют ясную структуру и последовательность, делая их понятными и логически связанными. 2. Обучающийся способен применить теоретические знания в практических заданиях. Выполнение задания в целом соответствует требованиям, хотя могут быть некоторые недочеты или неточные выводы по полученным результатам. 3. Обучающийся представляет хорошее понимание темы вопроса, охватывая основные аспекты и направления ее изучения. Ответы обучающегося содержат достаточно информации, но могут быть некоторые пропуски или недостаточно глубокие суждения.
«Удовлетворительно» или «зачтено»	1. Ответы на вопросы неполные, не охватывают всех аспектов темы и не всегда структурированы или логически связаны. Обучающийся предоставляет верные выводы, но они недостаточно аргументированы или основаны на поверхностном понимании предмета вопроса. 2. Обучающийся способен перенести теоретические знания в практические задания, но недостаточно уверен в верности примененных методов и точности в их выполнении. Выполненное задание может содержать некоторые ошибки, недочеты или расхождения. 3. Обучающийся охватывает большинство основных аспектов темы вопроса, но демонстрирует неполное или поверхностное их понимание, дает недостаточно развернутые объяснения.
«Неудовлетворительно» или «не зачтено»	1. Обучающийся отвечает на вопросы неполно, не раскрывая основных аспектов темы. Ответы обучающегося не структурированы, не связаны с заданным вопросом, отсутствует их логическая обоснованность. Выводы, предоставляемые обучающимся, представляют собой простые утверждения без анализа или четкой аргументации. 2. Обучающийся не умеет переносить теоретические знания в практический контекст и не способен применять их для выполнения задания. Выполненное задание содержит много ошибок, а его результаты не соответствуют поставленным требованиям и (или) неправильно интерпретируются.

	3. Обучающийся ограничивается поверхностным рассмотрением темы и не показывает понимания ее существенных аспектов. Ответ обучающегося частичный или незавершенный, не включает анализ рассматриваемого вопроса, пропущены важные детали или связи.
--	--

ФОС для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации одобрен на заседании кафедры (Протокол заседания кафедры № 10-04 от 10.04.2026 г.).