

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Совета ФЭСУ

_____ А.В. Бурковский
(подпись)

« _____ » _____ 201 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Преобразовательная техника в современных технологиях

(наименование дисциплины по УП)

Закреплена за кафедрой: Электропривода, автоматики и управления в технических системах

для направления подготовки

13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"

(код, наименование)

Направленность:

«Электропривод и автоматика»

(название профиля по УП)

Часов по УП: 144; Часов по РПД: 144;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 140; Часов по РПД: 140;

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по УП: 0

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: 0

Часов на самостоятельную работу по УП: 126 (90 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 126 (90 %)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 4;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Зачет с оценкой - 8; Контрольная работа - 8;

Форма обучения: заочная ускоренная; Срок обучения: 4 года.

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Вид занятий | № семестров, число учебных недель в семестрах | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|-------|-----|
| | 1 / 18 | | 2 / 18 | | 3 / 18 | | 4 / 18 | | 5 / 18 | | 6 / 18 | | 7 / 18 | | 8 / 12 | | Итого | |
| | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД |
| Лекции | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Лабораторные | | | | | | | | | | | | | | | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Практические | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ауд. занятия | | | | | | | | | | | | | | | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Сам. работа | | | | | | | | | | | | | | | 126 | 126 | 126 | 126 |
| Итого | | | | | | | | | | | | | | | 140 | 140 | 140 | 140 |

Рабочая программа соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3 сентября 2015 года № 955

Программу составил: _____ к.т.н., Кожин А.С.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент: _____ к.т.н. Трубецкой В.А.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника", направленность Электропривод и автоматика.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электропривода, автоматике и управления в технических системах протокол № _____ от _____ 201 г.

Зав. кафедрой ЭАУТС,
д.т.н., профессор _____ В.Л. Бурковский

Председатель МКНП _____ Тикунов А.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|-------|--|
| 1.1 | Целью изучения дисциплины является у студентов знаний, умений и навыков, необходимых для инженерной деятельности по анализу и разработке устройств преобразования электрической энергии, применяемых в системах автоматизированного электропривода, электроснабжения и электропитания. |
| 1.2 | Для достижения цели ставятся задачи: |
| 1.2.1 | изучение принципа действия, параметров и режимов работы элементов силовых схем преобразователей электроэнергии; |
| 1.2.2 | изучение методов аналитического анализа, математического и компьютерного моделирования преобразователей электроэнергии; |
| 1.2.3 | изучение топологии схемы силовой части, принципа работы, характеристик, энергетических показателей и особенностей протекания электромагнитных процессов во всех основных преобразователях электроэнергии; |
| 1.2.4 | изучение принципов построения и особенностей физической реализации систем управления преобразователями электроэнергии. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

| | |
|--|-------------------------------------|
| Цикл (раздел) ООП: Б1 | код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.4.1 |
| 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося | |
| Успешное освоение дисциплины базируется на подготовке по высшей математике, физике, теоретическим основам электротехники, электронике. | |
| 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее | |
| Б.3 | Государственная итоговая аттестация |

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код и наименование компетенции | |
|--------------------------------|--|
| ПК-1 | способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике; |
| | знать: - методики проведения экспериментальных исследований элементов силовых схем преобразователей электроэнергии; уметь: - планировать и проводить технические испытания силового преобразовательного оборудования; - определять особенности построения и физической реализации систем управления преобразователями электроэнергии; владеть: - методами аналитического исследования, математического и компьютерного моделирования преобразователей электроэнергии; |
| ПК-2 | способность обрабатывать результаты экспериментов; |
| | владеть: - методами расчета параметров силовых схем и систем управления преобразователями электроэнергии |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

| | |
|------------|--|
| 3.1 | знать: |
| 3.1.1 | методики проведения экспериментальных исследований элементов силовых схем преобразователей электроэнергии; |
| 3.2 | уметь: |
| 3.2.1 | планировать и проводить технические испытания силового преобразовательного оборудования; |
| 3.2.2 | определять особенности построения и физической реализации систем управления преобразователями электроэнергии; |
| 3.3 | владеть: |
| 3.3.1 | методами аналитического исследования, математического и компьютерного моделирования преобразователей электроэнергии; |
| 3.3.2 | методами расчета параметров силовых схем и систем управления преобразователями электроэнергии. |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах | | | | |
|--------------|--|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|------------|-------------|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | СРС | Всего часов |
| | Введение | 8 | | | | – | 6 | 6 |
| 1 | Неуправляемые выпрямители | 8 | | - | | | 10 | 10 |
| 2 | Управляемые выпрямители | 8 | | 0,5 | | 2 | 10 | 12,5 |
| 3 | Принципы построения систем управления тиристорными выпрямителями | 8 | | 0,5 | | - | 10 | 10,5 |
| 4 | Регулируемые источники постоянного тока с улучшенными энергетическими показателями | 8 | | 0,5 | | 2 | 10 | 12,5 |
| 5 | Тиристорные преобразователи для электропривода постоянного тока | 8 | | 0,5 | | 2 | 20 | 22,5 |
| 6 | Импульсные преобразователи постоянного тока | 8 | | 0,5 | | - | 20 | 20,5 |
| 7 | Тиристорные преобразователи переменного напряжения | 8 | | 0,5 | | 2 | 20 | 22,5 |
| 8 | Инверторы | 8 | | 0,5 | | 2 | 10 | 12,5 |
| 9 | Вентильные компенсаторы неактивных составляющих полной мощности | 8 | | 0,5 | | - | 10 | 10,5 |
| Итого | | | | 4 | | 10 | 126 | 140 |

4.1 Лекции

| Неделя семестра | Тема и содержание лекции | Объем часов | В том числе, в интерактивной форме (ИФ) |
|--|--|-------------|---|
| 8 семестр | | 4 | |
| 1. Неуправляемые выпрямители | | | – |
| | Самостоятельное изучение. Однофазные неуправляемые выпрямители. Выпрямители трехфазного тока. Работа выпрямителя на активное сопротивление и индуктивность. Работа выпрямителя на активное сопротивление и емкость. Работа выпрямителя на встречную ЭДС. Коммутация тока, внешние характеристики выпрямителей средней и большой мощности. | - | – |
| 2. Управляемые выпрямители | | 0,5 | – |
| | 2.1. Однофазные управляемые выпрямители. Трехфазные управляемые выпрямители. Высшие гармонические в кривой выпрямленного напряжения и первичного тока выпрямителей. Самостоятельное изучение: Сглаживающие фильтры. Энергетические показатели управляемых преобразователей переменного тока в постоянный ток при естественной коммутации силовых вентилей. | 0,5 | – |
| 3. Принципы построения систем управления тиристорными выпрямителями | | 0,5 | – |
| | 3.1. Характеристики цепей управления тиристорами. Требования, предъявляемые к системам управления выпрямителями. Самостоятельное изучение: Системы импульсно-фазового управления. Примеры схемной реализации систем импульсно-фазового управления выпрямителями | 0,5 | – |
| 4. Регулируемые источники постоянного тока с улучшенными энергетическими показателями | | 0,5 | – |
| | 4.1. Общие положения о работе выпрямителей с искусственной коммутацией силовых вентилей. Самостоятельное изучение: Статические характеристики и энергетические показатели компенсационных выпрямителей; Эффективность использования компенсационных выпрямителей. | 0,5 | – |
| 5. Тиристорные преобразователи для электропривода постоянного тока | | 0,5 | – |
| | 5.1. Двигательный режим электрической машины. Инверторный режим работы управляемого выпрямителя в системе «управляемый выпрямитель - двигатель постоянного тока» Реверс в системе УВ – ДПТ. | 0,5 | – |
| 6. Импульсные преобразователи постоянного тока | | 0,5 | – |
| | 6.1. Общие положения. Импульсные преобразователи на базе тиристорных приборов. Самостоятельное изучение: Импульсные преобразователи постоянного тока на базе полностью управляемых силовых транзисторов (IGBT) и тиристоров (GTO, IGCT) с широтно-импульсной модуляцией | 0,5 | – |
| 7. Тиристорные преобразователи переменного напряжения | | 0,5 | – |

| | | | |
|---|---|------------|---|
| | 7.1. Фазовые методы регулирования переменного напряжения. Схемы трехфазных преобразователей переменного напряжения. Управление выпрямителем со стороны первичных обмоток трансформатора. | 1 | – |
| 8. Инверторы | | 0,5 | – |
| | 8.1 Инверторы, ведомые сетью. Преобразователи частоты с непосредственной связью. Автономные инверторы. Анализ влияния методов управления на качество преобразованной энергии. Самостоятельное изучение: Особенности спектрального состава сигналов широтно-импульсной модуляции. Трехфазный инвертор напряжения. Электромагнитная совместимость системы «питающая сеть – преобразователь частоты – асинхронный двигатель» при импульсной модуляции | 0,5 | – |
| 9. Вентильные компенсаторы неактивных составляющих полной мощности | | 0,5 | – |
| | 9.1. Общие положения и определения. Устройства компенсации реактивной мощности со скалярным управлением. Самостоятельное изучение: Устройства компенсации реактивной мощности с векторным управлением; Статические компенсаторы реактивной мощности в узлах нагрузки. | 0,5 | – |
| ИТОГО | | 4 | |

4.2. Практические занятия не предусмотрены учебным планом

4.3. Лабораторные работы

| Неделя семестра | Наименование лабораторной работы | Объем часов | В том числе в интерактивной форме (ИФ) | Виды контроля |
|------------------|--|-------------|--|--|
| 7 семестр | | 10 | | |
| | Лабораторная работа №3 “Исследование системы управления тиристорным выпрямителем” | 2 | | Проверка результатов исследования Отчет |
| | Лабораторная работа №4 “Исследование компенсационного преобразователя” | 2 | | Проверка результатов исследования Отчет |
| | Лабораторная работа №5 “Исследование тиристорного электропривода постоянного тока” | 2 | | Проверка результатов исследования Отчет |
| | Лабораторная работа №7 “Исследование тиристорного регулятора переменного напряжения” | 2 | | Проверка результатов исследования Отчет |
| | Лабораторная работа №8 “Исследование автономного инвертора тока” | 2 | | Проверка результатов исследования Отчет |
| ИТОГО | | 10 | | |

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Конспект лекций, список литературы и темы для самостоятельного изучения приведены на сайте ВГТУ <http://vorstu.ru/>.

4.5 Методические рекомендации для студентов по изучению дисциплины

Цель методических указаний – обеспечить студенту оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (далее - РПД), с ее целями и задачами, связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимся на образовательном портале вуза, с графиком консультаций преподавателей кафедры.

4.5.1. Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс)

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры.

Студентам необходимо:

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

4.5.2. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Навыки решения задач студент получает на практических занятиях, а также путем самостоятельного решения задач, которые в том числе приведены в методических разработках, список которых приведен в РПД.

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии.

На практических занятиях после прочтения лекционного курса по соответствующей теме и решения задач по этой тематике проводится небольшая контрольная работа, результаты которой показывают степень освоения материала студентами по теме.

4.5.3. Рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям

Подготовка к выполнению лабораторных работ оценивается по факту выполнения предварительных расчетов и изучения кратких теоретических сведений. Для допуска к выполнению лабораторной работы, необходимо представить преподавателю результаты предварительных расчетов, которые являются составной частью отчета, и если того требует задание на подготовку построить необходимые графики и диаграммы.

К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после проведения руководителем инструктажа по технике безопасности и пожарной безопасности с записью об этом в

соответствующем журнале и личной росписью в нем каждого студента.

Все работы по сборке схем или их изменению должны проводиться только при отключенном напряжении. Напряжение на источники лабораторного стенда подается путем поворота пакетного переключателя по часовой стрелке на один оборот. При этом загораются сигнальные лампы на передней панели стенда.

Все схемы в отчете чертят по государственному стандарту и всем правилам ЕСКД с помощью чертежных инструментов. Графики и диаграммы выполняются в масштабе на миллиметровой бумаге.

При защите лабораторных работ студент должен показать практические навыки выполнения лабораторных исследований и проведения расчетов, а так же теоретические знания, отвечая на вопросы преподавателя.

4.5.4. Методические рекомендации по подготовке, написанию и оформлению курсового проекта

Выполнение курсовой работы проводится с целью формирования общепрофессиональных компетенций и способностей к научно-исследовательской работе, позволяющих:

осуществлять поиск и использование информации (в том числе справочной и нормативной), сбор данных с применением современных информационных технологий, необходимых для решения профессиональных задач;

выбирать инструментальные средства для обработки данных в соответствии с поставленной задачей, применяя современный математический аппарат, программные продукты;

анализировать результаты расчетов, используя современные методы интерпретации данных, обосновывать полученные выводы.

4.5.5. Методические рекомендации по работе с литературой

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, курсовой работы, доклада и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы, как в библиотеке, так и дома.

К каждой теме учебной дисциплины подобрана основная и дополнительная литература.

Основная литература - это учебники и учебные пособия.

Дополнительная литература - это различные справочники, энциклопедии, интернет ресурсы.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

| | |
|-----|---|
| | В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии: |
| 5.1 | Информационные лекции; |
| 5.2 | Практические занятия: – проблемное обучение – постановка индивидуальной задачи каждому студенту оценка предложений студента по возможным методам ее решения; |
| 5.3 | Лабораторные работы: – подготовка к выполнению лабораторных работ, – работа в команде – совместное выполнение лабораторных работ группами из 2-х или 3-х человек с распределением обязанностей и ответственности внутри группы, – защита выполненных работ; |
| 5.4 | Самостоятельная работа студента: – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям и лабораторным работам, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка отчетов, подготовка к текущему контролю успеваемости, к экзамену; |
| 5.5 | Консультации по всем вопросам учебной программы. |

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

| | |
|------------|---|
| 6.1 | Контрольные вопросы и задания |
| 6.1.1 | Используемые формы текущего контроля: <ul style="list-style-type: none"> – проверка конспектов лекций; – проверка этапов выполнения курсового проекта; – отчет и защита выполненных лабораторных работ. |
| 6.1.2 | Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд оценочных средств включает вопросы к курсовому проекту и экзамену и представлен в приложении к РПД. |
| 6.2 | Темы письменных работ – не предусмотрены |
| 6.3 | Другие виды контроля |
| 6.3.1 | – курсовой проект по расчету управляемого выпрямителя нагруженного на якорь ДПТ НВ. Варианты индивидуальных заданий на курсовой проект представлены в фонде оценочных средств. |

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие | Год и вид издания | Обеспеченность |
|---------------------------------------|---------------------|--|-------------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7.1. Основная литература | | | | |
| 7.1.1 | Зайцев, А.И. | Силовая промышленная электроника: Учеб. пособие / А. И. Зайцев, А. С. Плехов. - Воронеж: Научная книга, 2008. - 252с. | 2008 печат. | 1,0 |
| 7.2. Дополнительная литература | | | | |
| 7.2.1 | Опадчий, Ю.Ф. | Аналоговая и цифровая электроника: Учеб. пособие / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; Под ред. О. П. Глудкина. - М.: Горячая линия - Телеком, 2002. - 768с. | 2002 печат. | 0,4 |
| 7.2.2 | Кроз, А.Г. | Электроника: Линейные преобразователи сигналов: Курс лекций / А. Г. Кроз. - Воронеж: ВГТУ, 2004. - 165с. | 2004 печат. | 1,0 |
| 7.3. Методические разработки | | | | |
| 7.3.1 | Таратынов, О.Ю. | Исследование электронных устройств: Лабораторный практикум: Учеб. пособие / О. Ю. Таратынов, А. В. Романов. – Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. – 155с. | 2008 печат. | 1,0 |

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|------------|--|
| 8.1 | Специализированная лекционная аудитория , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой |
| 8.2 | Специализированная учебная лаборатория для исследования преобразователей электрической энергии |
| 8.3 | Дисплейный класс , оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторных работ |

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой дисциплины
«Преобразовательная техника в современных технологиях»**

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие | Год и вид издания | Обеспеченность |
|-------------------------------------|---------------------|--|-------------------|----------------|
| 1. Основная литература | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Л1.1 | Зайцев, А.И. | Силовая промышленная электроника: Учеб. пособие / А. И. Зайцев, А. С. Плехов. - Воронеж: Научная книга, 2008. - 252с. | 2008 печат. | 1,0 |
| 2. Дополнительная литература | | | | |
| Л2.1 | Опадчий, Ю.Ф. | Аналоговая и цифровая электроника: Учеб. пособие / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; Под ред. О. П. Глудкина. - М.: Горячая линия - Телеком, 2002. - 768с. | 2002 печат. | 0,4 |
| Л2.2 | Кроз, А.Г. | Электроника: Линейные преобразователи сигналов: Курс лекций / А. Г. Кроз. - Воронеж: ВГТУ, 2004. - 165с. | 2004 печат. | 1,0 |
| 3. Методические разработки | | | | |
| Л3.1 | Таратынов, О.Ю. | Исследование электронных устройств: Лабораторный практикум: Учеб. пособие / О. Ю. Таратынов, А. В. Романов. - Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. - 155с. | 2008 печат. | 1,0 |

Заведующий кафедрой ЭАУТС _____ В.Л. Бурковский

Директор НБ ВГТУ _____ Т.И. Буковшина

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Приложение к рабочей программе
дисциплины «**Преобразовательная техника
в современных технологиях**»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
«**Преобразовательная техника в современных технологиях**»

для направления подготовки (специальности)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код, наименование)

Профили подготовки (специализация) **Электропривод и автоматика,**
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения заочная ускоренная Срок обучения 4 года

1. Варианты заданий к курсовому проекту

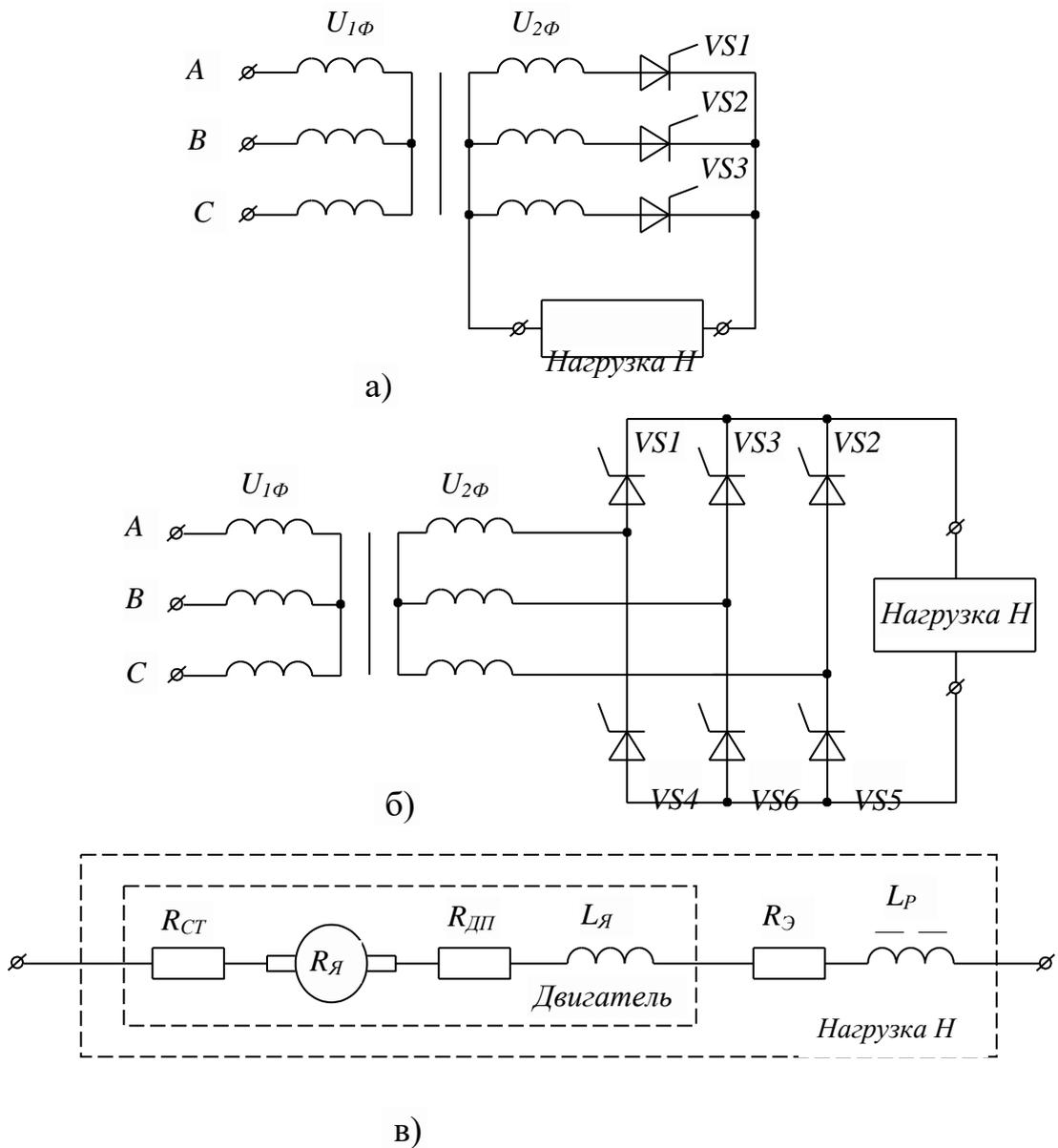


Рис. 1. Варианты схем силовых выпрямительных блоков:
 а – трехфазная нулевая схема; б – трехфазная мостовая схема;
 в – схема цепи нагрузки UV

Сеть 3-380 В,
 50 Гц

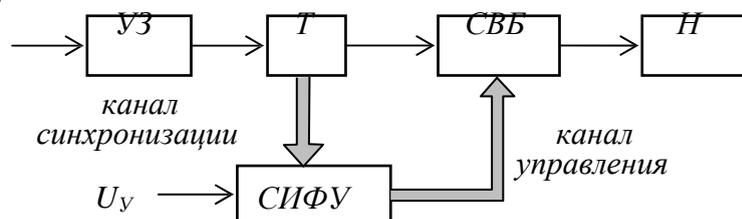


Рис. 2. Функциональная схема управляемого выпрямителя

Исходные данные для выполнения курсового проекта

Таблица 1

| № п/п | Тип двигателя | Мощность P_H , кВт | Ток двигателя I_H , А | Скорость вращения $n_{НОМ}$, об/мин | Число главных полюсов $2p$ | Обмотка якоря $R_Я$, Ом | Стабилизирующая обмотка $R_{СТ}$, Ом | Добавочные полюса $R_{ДП}$, Ом | Параллельная обмотка R_B , Ом | $U_{П max}$, В | δ_L , % |
|-------|---------------|----------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|----------------|
| 1 | П 32 | 0,8 | 4,8 | 750 | 2 | 4,05 | 0,29 | 0,93 | 564 | 5 | 10 |
| 2 | П 42 | 1,73 | 11,3 | 750 | 4 | 2,12 | 0,039 | 0,8 | 242 | 7 | 10 |
| 3 | П 51 | 2,7 | 17,2 | 750 | 4 | 1,36 | 0,048 | 0,55 | 168 | 10 | 10 |
| 4 | П 52 | 3,4 | 20,8 | 750 | 4 | 0,735 | 0,04 | 0,338 | 184 | 5 | 10 |
| 5 | П 61 | 5,15 | 30,1 | 750 | 4 | 0,54 | 0,326 | 0,22 | 216 | 7 | 7 |
| 6 | П 62 | 6,8 | 38,3 | 750 | 4 | 0,351 | 0,02 | 0,18 | 154 | 10 | 7 |
| 7 | П 32 | 1,1 | 6,53 | 1000 | 2 | 2,6 | 0,092 | 0,57 | 358 | 5 | 7 |
| 8 | П 42 | 2,6 | 16,1 | 1000 | 4 | 1,22 | 0,039 | 0,53 | 243 | 7 | 7 |
| 9 | П 51 | 4,2 | 25,6 | 1000 | 4 | 0,775 | 0,044 | 0,276 | 168 | 10 | 5 |
| 10 | П 52 | 5,0 | 29,2 | 1000 | 4 | 0,432 | 0,0326 | 0,2 | 184 | 5 | 5 |
| 11 | П 61 | 7,0 | 39,4 | 1000 | 4 | 0,32 | 0,009 | 0,174 | 158 | 7 | 5 |
| 12 | П 62 | 8,5 | 46,4 | 1000 | 4 | 0,226 | 0,007 | 0,102 | 136 | 10 | 5 |

Примечания: номинальное напряжение двигателей $U_H = 220$ В;

сопротивления обмоток даны при 20 °С;

$U_{П max}$ – амплитуда опорного пилообразного напряжения СИФУ;

номинальный ток якоря двигателя $I_{ЯН} = I_H - I_B$, где I_B – ток возбуждения параллельной обмотки; $I_B = U_H/R_B$.

Паспорт фонда оценочных средств
 для текущего контроля и промежуточной аттестации
 дисциплины «Преобразовательная техника в современных технологиях» для направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
 профиль подготовки **Электропривод и автоматика**
 Форма обучения заочная ускоренная Срок обучения 4 года

| Раздел дисциплины | Код формируемой компетенций | Объект контроля | Форма и методика контроля | Контрольные материалы | Срок исполнения |
|------------------------------|-----------------------------|---|--|--|-----------------|
| 7 семестр | | | | | |
| 1. Неуправляемые выпрямители | ПК-1 ПК-2 | знает методики проведения экспериментальных исследований элементов силовых схем преобразователей электроэнергии; умеет планировать и проводить технические испытания силового преобразовательного оборудования; определять особенности построения и физической реализации систем управления преобразователями электроэнергии; владеет методами аналитического исследования, математического и компьютерного моделирования преобразователей электроэнергии; методами расчета параметров силовых схем и систем управления преобразователями электроэнергии. | Устный опрос во время практических и лабораторных занятий. Лабораторная работа №1 | Вопросы к защите лабораторной работы №1. | |
| 2. Управляемые выпрямители | ПК-1 ПК-2 | знает методики проведения экспериментальных исследований элементов силовых схем преобразователей электроэнергии; умеет планировать и проводить технические испытания силового преобразовательного оборудования; определять особенности построения и физической реализации систем управления преобразователями электроэнергии; владеет методами аналитического исследования, математического и компьютерного моделирования преобразователей электроэнергии; методами расчета параметров силовых схем и систем управления преобразователями электроэнергии. | Устный опрос во время практических и лабораторных занятий. Лабораторная работа №2 | Вопросы к защите лабораторной работы №2. | |

| | | | | | |
|---|--------------|---|---|--|--|
| 3. Принципы построения систем управления тиристорными выпрямителями | ПК-1 ПК-2 | знает методики проведения экспериментальных исследований элементов силовых схем преобразователей электроэнергии; умеет планировать и проводить технические испытания силового преобразовательного оборудования; определять особенности построения и физической реализации систем управления преобразователями электроэнергии; владеет методами аналитического исследования, математического и компьютерного моделирования преобразователей электроэнергии; методами расчета параметров силовых схем и систем управления преобразователями электроэнергии. | Устный опрос во время практических и лабораторных занятий. Лабораторная работа №3 | Вопросы к защите лабораторной работы №3. | |
| 4. Регулируемые источники постоянного тока с улучшенными энергетическими показателями | ПК-1 ПК-2 | знает методики проведения экспериментальных исследований элементов силовых схем преобразователей электроэнергии; умеет планировать и проводить технические испытания силового преобразовательного оборудования; определять особенности построения и физической реализации систем управления преобразователями электроэнергии; владеет методами аналитического исследования, математического и компьютерного моделирования преобразователей электроэнергии; методами расчета параметров силовых схем и систем управления преобразователями электроэнергии. | Устный опрос во время практических и лабораторных занятий. Лабораторная работа №4 | Вопросы к защите лабораторной работы №4. | |
| 5. Тиристорные преобразователи для электропривода постоянного тока | ПК-1 ПК-2 | знает методики проведения экспериментальных исследований элементов силовых схем преобразователей электроэнергии; умеет планировать и проводить технические испытания силового преобразовательного оборудования; определять особенности построения и физической реализации систем управления преобразователями электроэнергии; владеет методами аналитического исследования, математического и компьютерного моделирования преобразователей электроэнергии; методами расчета параметров силовых схем и систем управления преобразователями электроэнергии. | Устный опрос во время практических и лабораторных занятий. Лабораторная работа №5 Курсовой проект | Вопросы к защите лабораторной работы №5. Вопросы к защите курсового проекта | |

| | | | | | |
|---|--------------|---|---|--|--|
| 6. Импульсные преобразователи постоянного тока | ПК-1 ПК-2 | знает методики проведения экспериментальных исследований элементов силовых схем преобразователей электроэнергии; умеет планировать и проводить технические испытания силового преобразовательного оборудования; определять особенности построения и физической реализации систем управления преобразователями электроэнергии; владеет методами аналитического исследования, математического и компьютерного моделирования преобразователей электроэнергии; методами расчета параметров силовых схем и систем управления преобразователями электроэнергии. | Устный опрос во время практических и лабораторных занятий. Лабораторная работа №6 Курсовой проект | Вопросы к защите лабораторной работы №6. Вопросы к защите курсового проекта | |
| 7. Тиристорные преобразователи переменного напряжения | ПК-1 ПК-2 | знает методики проведения экспериментальных исследований элементов силовых схем преобразователей электроэнергии; умеет планировать и проводить технические испытания силового преобразовательного оборудования; определять особенности построения и физической реализации систем управления преобразователями электроэнергии; владеет методами аналитического исследования, математического и компьютерного моделирования преобразователей электроэнергии; методами расчета параметров силовых схем и систем управления преобразователями электроэнергии. | Устный опрос во время практических и лабораторных занятий. Лабораторная работа №7 | Вопросы к защите лабораторной работы №7. | |
| 8. Инверторы | ПК-1 ПК-2 | знает методики проведения экспериментальных исследований элементов силовых схем преобразователей электроэнергии; умеет планировать и проводить технические испытания силового преобразовательного оборудования; определять особенности построения и физической реализации систем управления преобразователями электроэнергии; владеет методами аналитического исследования, математического и компьютерного моделирования преобразователей электроэнергии; методами расчета параметров силовых схем и систем управления преобразователями электроэнергии. | Устный опрос во время практических и лабораторных занятий. Лабораторная работа №8 | Вопросы к защите лабораторной работы №8. | |

| | | | | | |
|--|--------------|---|--|--|--------|
| 9. Вентильные компенсаторы неактивных составляющих полной мощности | ПК-1 ПК-2 | знает методики проведения экспериментальных исследований элементов силовых схем преобразователей электроэнергии; умеет планировать и проводить технические испытания силового преобразовательного оборудования; определять особенности построения и физической реализации систем управления преобразователями электроэнергии; владеет методами аналитического исследования, математического и компьютерного моделирования преобразователей электроэнергии; методами расчета параметров силовых схем и систем управления преобразователями электроэнергии. | Устный опрос во время практических и лабораторных занятий. Лабораторная работа №9 | Вопросы к защите лабораторной работы №9. | |
| Промежуточная итоговая аттестация –экзамен | | | | | |
| Разделы 1-9 | ПК-1 ПК-2 | знает методики проведения экспериментальных исследований элементов силовых схем преобразователей электроэнергии; умеет планировать и проводить технические испытания силового преобразовательного оборудования; определять особенности построения и физической реализации систем управления преобразователями электроэнергии; владеет методами аналитического исследования, математического и компьютерного моделирования преобразователей электроэнергии; методами расчета параметров силовых схем и систем управления преобразователями электроэнергии. | Экзамен | Билеты к экзамену | сессия |

Устный опрос проводится на практических занятиях при проверке домашнего задания и решении задач на занятиях, а так же при допуске и защите лабораторных работ и сдаче зачета и экзамена.

Вопросы к защите лабораторных работ представлены в Л.3.1.

Методика проведения: проводится в аудитории для проведения лабораторных работ после выполнения работы по данной теме, используется устный метод контроля, применяется индивидуальная форма, время проведения опроса 5 минут, ответы даются без использования справочной литературы и средств коммуникации, результат сообщается немедленно.

Критерий оценки ответов:

Оценка «отлично» выставляется студенту, ответившему на три вопроса;

Оценка «хорошо» выставляется студенту, ответившему полностью на два вопроса и неполный ответ на третий вопрос;
Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, ответившему на два вопроса с поправками;
Оценка «неудовлетворительно, не ответившему вопросы.

2. Вопросы к курсовому проекту

- 1.1. Для чего рассчитываются R_f и X_f ?
- 1.2. Почему расчетная мощность S_T отличается от P_d ?
- 1.3. На что влияет коэффициент пульсаций K_p ?
- 1.4. По какой из мощностей происходит выбор трансформатора?
- 1.5. Что такое m – число тактов схемы?
- 1.6. Почему U_{2f} отличается от U_{d0} ?
- 2.1. Почему I_d отличается от $I_{V.CP}$?
- 2.2. Почему U_d отличается от $U_{V.OBP}$?
- 2.3. Как влияет скорость нарастания обратного напряжения на условия его работы ?
- 2.4. Чем отличаются оптотиристоры от обычных ?
- 2.5. Как влияет время выключения на эффективность работы тиристора?
- 2.6. Почему максимальный прямой ток тиристора выбирается при T_{Pmax} ?
- 3.1. Какие требования предъявляются к форме импульсов управления тиристором?
- 3.2. На основе какого закона ЭТ производится расчет резистора R_B ?
- 3.3. Назначение и порядок работы с диаграммой управления тиристором ?
- 3.4. Какие особенности работы резистора в цепи управления тиристором ?
- 3.5. Какие схемы выходных каскадов применяются для управления тиристорами ?
- 3.6. Какие ограничения существуют для коммутационных процессов тиристора?
- 4.1. Каким образом индуктивность влияет на характер выходного тока ?
- 4.2. Почему пульсации тока максимальны при угле управления 90° ?
- 4.3. От чего зависит величина сглаживающего реактора?
- 4.4. Чем плох режим прерывистого тока ?
- 4.5. В особенность работы и расчета сглаживающего реактора ?
- 4.6. В каких выпрямителях отсутствует сглаживающий реактор ?
- 5.1. В чем особенности формы внешних характеристик и почему?
- 5.2. Какие свойства выпрямителя отражает внешняя характеристика?
- 5.3. Какие параметры выпрямителя влияют на внешнюю характеристику ?
- 5.4. Почему угол управления для внешней характеристики принимается постоянным?
- 5.5. От чего зависит наклон внешней характеристики ?
- 5.6. Как экспериментально определяется внешняя характеристика?
- 6.1. Функциональные узлы СИФУ и особенности их построения ?
- 6.2. Принцип работы СИФУ ?
- 6.3. Методы ограничения мин. и макс. углов управления ?
- 6.4. Построение и работа СИФУ для мостовой и нулевой схем ?
- 6.5. Программные средства для разработки СУ и особенности работы в них ?
- 6.6. Особенности аналоговых и цифровых СИФУ ?
- 7.1. Расчет трансформатора синхронизации для СИФУ ?
- 7.2. Расчет ГПН для СИФУ ?
- 7.3. Выбор ОУ для СИФУ ?
- 7.4. Особенности выбора элементов RC-цепи для формирования импульсов СИФУ?
- 7.5. Особенности выбора диодов выходного каскада СИФУ ?
- 7.6. Особенности выбора транзистора выходного каскада СИФУ ?
- 8.1. Способы охлаждения тиристоров ?
- 8.2. Принцип теплового расчета тиристоров ?
- 8.3. От чего зависит тепловое сопротивление переход - корпус ?
- 8.4. От чего зависит тепловое сопротивление корпус - охладитель ?
- 8.5. От чего зависит тепловое сопротивление охладитель - среда ?
- 8.6. Особенности вентиляторов систем охлаждения тиристоров ?

3. Вопросы к экзамену

1. Назначение, основные типы и область применения преобразователей энергии.
2. Назначение основных элементов силовой цепи полупроводниковых выпрямителей.
3. Принцип работы выпрямителя при различных видах нагрузки.
4. Принципы расчета основных схем выпрямления. Выбор элементной базы выпрямителей.
5. Энергетический баланс выпрямительных установок.
6. Особенности работы управляемых силовых вентилей в устройствах преобразования напряжения и тока. Полевые транзисторы. Устройство и характеристики.
7. Принципы регулирования выходных параметров тока и напряжения.
8. Методы расчета управляемых выпрямителей.
9. Составляющие полной потребляемой мощности выпрямителем из питающей сети.
10. Параметры, определяющие качество электрической энергии и электромагнитной совместимости управляемых выпрямителей с питающей сетью.
11. Особенности работы управляемых силовых выпрямителей с искусственной коммутацией.
12. Принципы работы компенсационных и компенсированных выпрямителей.
13. Энергетические характеристики компенсационных и компенсированных выпрямителей.
14. Методы расчета отдельных узлов выпрямителей и защиты вентилей от коммутационных перенапряжений.
15. Влияние высших гармоник на питающую сеть.
16. Назначение основных элементов системы импульсно-фазового управления полупроводниковыми выпрямителями.
17. Требования, предъявляемые к электромагнитной совместимости.
18. Принципы расчета основных схем управления. Выбор элементной базы.
19. Влияние высших гармоник на СИФУ.
20. Особенности работы выпрямительных комплексов при работе в режимах:
а) двигательном (реверсивный и нереверсивный); б) инверторном.
21. Принцип работы реверсивных электроприводов при совместном и раздельном способе управления.
22. Принципы расчета основных схем управления электроприводами постоянного тока.
23. Назначение основных элементов системы импульсных преобразователей постоянного тока.
24. Особенности работы тиристорных импульсных преобразователей при искусственной коммутации вентилей.
25. Методика расчета основных узлов ШИМ-преобразователей.
26. Способы стабилизации выходного напряжения ШИМ-преобразователей.
27. Энергетические характеристики импульсных источников.
28. Область применения импульсных источников.
29. Назначение основных элементов системы фазовых методов управления полупроводниковыми преобразователями переменного тока.
30. Фазовые методы регулирования переменного напряжения.
31. Условия работы преобразователей при различных видах нагрузки.
32. Принципы построения однофазных и трехфазных регуляторов напряжения.
33. Назначение основных элементов системы преобразования частоты.
34. Методы регулирования выходного напряжения и частоты при инвертировании.
35. Принципы построения однофазных и трехфазных инверторов напряжения и тока.
36. Анализ выполнения условий по электромагнитной совместимости с питающей сетью.