

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Кудрявцев Максим Гаджиевич

Должность: Проректор по образовательной деятельности

Дата подписания: 27.06.2025 20:38:56

Уникальный программный ключ:

790a1a8df2525774421adc1fc96453f0e902bf00

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧЕЖДЕ-
НИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ЗАОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО РГАУ)

Факультет электроэнергетики и технического сервиса

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан факультета электроэнергетики
и технического сервиса

«17» февраля 2021 г.

Гаджиев П.И.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

СИЛОВАЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия

Профиль «Электротехнологии, электрооборудование и электроснабжение в АПК»

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Курс 4

Балашиха 2021

Рассмотрена и рекомендована к использованию кафедрой Электрооборудования и электротехнических систем (протокол № 4 от «02» февраля 2021 г.), методической комиссией факультета электроэнергетики и технического сервиса (протокол № 3 от «03» февраля 2021 г.)

Составители:

В.Б. Людин, д.т.н., профессор кафедры электрооборудования и электротехнических систем.

Рецензенты:

внутренняя рецензия А.Н. Струков, к.т.н., доцент кафедры электрооборудования и электротехнических систем;

внешняя рецензия В.А. Шапоров, генеральный директор ИП Шапоров Вадим Александрович

Рабочая программа дисциплины «Силовая преобразовательная техника технологических установок» разработана в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, профиль «Электротехнологии, электрооборудование и электроснабжение в АПК»

1. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Цель курса: изучение основ функционирования, принципов построения, характеристик и особенностей применения в сельскохозяйственных технологических установках полупроводниковых преобразователей электрической энергии.

Задачи: изучение основных видов преобразования электрической энергии, основных типов силовых преобразовательных ключей, схематики энергетических цепей и систем управления полупроводниковых преобразователей электрической энергии, методик выбора компонентов энергетических цепей, а также анализ примеров применения полупроводниковых преобразователей электрической энергии в технологических установках сельскохозяйственного назначения.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

2.2. Профессиональные компетенции (Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический)

Задача профессиональной деятельности	Код и наименование профессиональной компетенции. Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (код и наименование индикатора достижения компетенций)
Выполнение работ по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПКР-4. Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ИД-1 _{ПКР-4} Готовность к выполнению работ по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования технологических установок в сельскохозяйственном производстве

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Силовая преобразовательная техника технологических установок» включена в дисциплины, формируемым участниками образовательного процесса, по выбору студента.

Программа разработана для обучения бакалавров по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, преподается в 8 семестре 4 курса. Курс базируется на знаниях, полученных студентами в процессе изучения дисциплин: «Теоретические основы электротехники», «Микропроцессорные средства и техника связи в профессиональной деятельности», «Электронные устройства и микропроцессорная техника», «Физика».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся со сроком обучения 5 лет

№ п.п.	Вид учебной работы	Всего часов	Курс/Семестры			
			4/8			

1	Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная) всего	56	56			
1.1.	Аудиторные работа (всего)	54	54			
	В том числе:	-	-	-	-	-
	Занятия лекционного типа (ЗЛТ)	18	18			
	Занятия семинарского типа (ЗСТ) в т.ч.	-	-			
	Практические, семинарские занятия (ПЗ/СЗ)	18	18			
	Лабораторные занятия (ЛР)	18	18			
1.2	Внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем в электронной информационно-образовательной среде	2	2			
2	Самостоятельная работа	90	90			
	В том числе:	-	-	-	-	-
2.1.	Изучение теоретического материала	90	90			
2.2.	Написание курсового проекта (работы)	-	-			
2.3.	Написание контрольной работы	-	-			
2.4.	Другие виды самостоятельной работы	-	-			
3.	Промежуточная аттестация в форме контактной работы (зачет, экзамен)	зачет				
	Общая трудоемкость час	144	144			
	зач. ед.	4	4			

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

№ п/п	Наименование темы	Всего академ. часов	Лекции	Практические, семинарские занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
4 курс 8 семестр						
Тема 1.	Общие сведения и основные определения силовых полупроводниковых преобразователей технологических установок	36	4	4	4	24
Тема 2.	Силовые полупроводниковые ключи	36	4	4	4	24
Тема 3.	Энергетические цепи силовых полупроводниковых преобразователей технологических установок	36	6	4	6	20
Тема 4.	Информационные цепи силовых полупроводниковых преобразователей технологических установок	36	4	6	4	22
		144	18	18	18	90

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Код и наименование	Планируемые результаты обучения (ПРО) соотнесенные с индикаторами	Наименование	Вид и форма	Вид и форма аттестации компетенции
--------------------------------	--------------------	---	--------------	-------------	------------------------------------

петенции	ние индикатора достижения компетенции	достижения компетенций	оценочных средств*	контроля ПРО Текущий контроль (опрос; собеседование; рецензия; выступление с докладом и тд.)	тенции на основе индикаторов Промежуточная аттестация (экзамен; зачет; защита курсовой работы (проекта); защита отчета по практике; защита отчета по НИР и др.)
ПКР-4. Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ИД-1 _{ПКР-4} Готовность к выполнению работ по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования технологических установок в сельскохозяйственном производстве	Знать: основные виды преобразования электрической энергии, основные характеристики и особенности функционирования силовых полупроводниковых ключей, схематику и особенности функционирования энергетических и информационных цепей полупроводниковых преобразователей электрической энергии, особенности применения этих преобразователей в технологических установках АПК; Уметь: применять теоретические знания в практических инженерных расчетах различных типов преобразователей электрической энергии; выбрать тип полупроводникового преобразователя электрической энергии и схематику его энергетических и информационных цепей; Владеть: методами выполнения и чтения электрических схем; способности рассчитывать, выбирать и анализировать энергетические и информационные цепи полупроводниковых преобразователей электрической энергии.	Задача (лабораторно-практическое задание), тест	Защита лабораторно-практической работы, решение тестов различной сложности в ЭИОС	Зачет

6.2. Краткая характеристика оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Задача (практическое задание)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача (задание) должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.	Комплект задач и заданий
2	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины, представленные в привязке к компетенциям, предусмотренным РПД
3	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

6.3. Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Оценки сформированности компетенций при сдаче зачета

Критерии сформированности компетенции	Оценки сформированности компетенций			
	неудовлетворительно не зачтено	удовлетворительно зачтено	хорошо зачтено	отлично зачтено
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.
Уровень сформированности компетенций	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

6.4. Типовые контрольные задания или иные оценочные материалы, для оценки сформированности компетенций, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

1. Практическое занятие

Для проектируемого однофазного мостового полностью управляемого тиристорного выпрямителя необходимо:

1. Вычертить принципиальную электрическую схему энергетических цепей тиристорного преобразователя, предусмотрев коммутацию и защиту

этих цепей от сверхтоков короткого замыкания и перенапряжений. Указать тип преобразования и возможную область применения преобразователей данного типа.

2. Определить выходное напряжение U_O преобразователя при угле управления (открытия) тиристоров $\alpha = 0$. Указать диапазон изменения угла α , необходимый для обеспечения регулирования мощности нагрузки от 0 до 100 % при активном и индуктивном видах нагрузки.

3. Рассчитать ток нагрузки преобразователя при угле управления тиристоров $\alpha = 0$. Определить расчетные значения токов и напряжений силовых преобразовательных ключей (СПК) и осуществить их выбор.

Если известны полная мощность нагрузки S_O выпрямителя (выбрать из таблицы 1 по предпоследней цифре шифра зачетной книжки) и фазное напряжение питания $U_{ФН}$ (выбрать из таблицы 2 по последней цифре шифра зачетной книжки).

Таблица 1

Предпоследняя цифра шифра (ЭххХх)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Полная мощность нагрузки S_O , кВ·А	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65

Таблица 2

Первая из трех последних цифр шифра (ЭхХхх)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фазное напряжение питания преобразователя $U_{ФН}$, В	42	80	100	110	127	150	180	200	220	265

2. Лабораторное занятие:

Лабораторная работа 3

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПЫТАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Цель работы - изучение назначения и устройства силовых полупроводниковых преобразователей частоты. Уяснение принципов выполнения энергетических и информационных цепей преобразователей частоты, а также практическое ознакомление с принципами управления их силовыми полупроводниковыми ключами

Порядок выполнения работы

1. Выяснить область применения и основные технические данные изучаемого преобразователя частоты.
2. Ознакомиться с принципом действия изучаемого преобразователя частоты. Уяснить назначение, устройство и принцип действия его основных функциональных узлов и блоков.
3. Вычертить функциональную схему энергетических цепей изучаемого преобразователя частоты.
4. Испытать преобразователь в работе.
5. По данным таблицы 3.1 построить регулировочные характеристики частотно-регулируемого асинхронного электропривода.
6. Привести тип, конструктивные особенности и основные параметры используемых в преобразователе силовых полупроводниковых ключей.
7. Сделать выводы по работе.

Указания к проведению работы

К п.1.

Преобразователь частоты в комплекте с асинхронным электродвигателем позволяет заменить электропривод постоянного тока. Системы регулирования угловой скорости двигателя постоянного тока достаточно просты, но слабым местом такого электропривода является электродвигатель. Он дорог и ненадежен. При работе происходит искрение щеток, под воздействием электроэрозии изнашивается коллектор. Такой электродвигатель невозможно использовать в запыленной, влажной и взрывоопасной средах.

Асинхронные электродвигатели превосходят двигатели постоянного тока по многим параметрам: они просты по устройству и надежны, так как не имеют подвижных контактов. Они имеют меньшие по сравнению с двигателями постоянного тока размеры, массу и стоимость при той же мощности. Асинхронные двигатели просты в изготовлении и эксплуатации.

Регулирование угловой скорости асинхронного электродвигателя в частотно-регулируемом электроприводе осуществляется за счет изменения частоты тока в обмотках такого электродвигателя. Управление частотой и силой этого тока осуществляется с помощью преобразователя частоты.

В данной лабораторной работе исследуется преобразователь частоты ESO12-04-0037A/R, основные технические характеристики которого приведены в приложении 1.

К п.2.

Большинство современных преобразователей частоты построено по схеме двойного преобразования. Они состоят из следующих основных частей (рис. 3.1): звена постоянного тока, силового импульсного автономного инвертора напряжения (АИН) и блока управления. В звено постоянного тока входят неуправляемый выпрямитель (В) и фильтр L_{ϕ} , C_{ϕ} .

Переменное напряжение питающей сети преобразуется в выпрямителе В (рис. 3.1) в напряжение постоянного тока. Силовой трехфазный импульсный инвертор (АИН) состоит из шести транзисторных ключей. Каждая обмотка электродвигателя подключается через соответствующий ключ к положительному и отрицательному выводам выпрямителя. Инвертор осуществляет преобразование выпрямленного напряжения в трехфазное переменное напряжение нужной частоты и амплитуды, которое прикладывается к обмоткам статора электродвигателя.

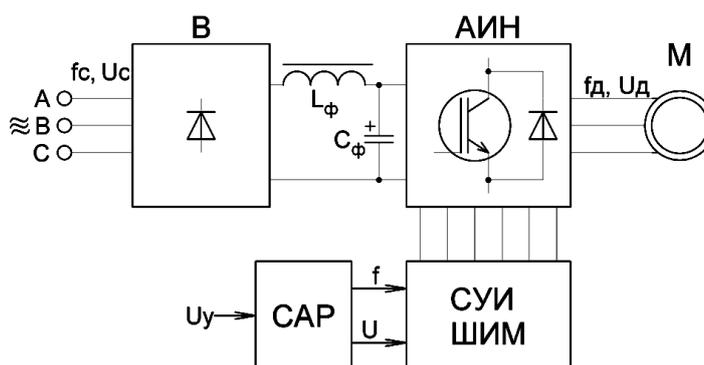


Рис. 3.1. Функциональная схема преобразователя частоты: В – выпрямитель, АИН – автономный инвертор напряжения, САР – система автоматического регулирования, СУИ – система управления инвертором, ШИМ – широтно-импульсный модулятор силовых ключей инвертора.

Современные инверторы выполняются на основе полностью управляемых силовых полупроводниковых приборов – запираемых GTO – тиристоров, либо биполярных IGBT-транзисторов с изолированным затвором, чаще всего, используются последние. По сравнению с тиристорами они

имеют более высокую частоту переключения, что позволяет вырабатывать выходной сигнал синусоидальной формы с минимальными искажениями.

Трехфазная мостовая схема автономного инвертора (АИН) на IGBT-транзисторах состоит (рис. 3.2) из входного емкостного фильтра C_{ϕ} и шести IGBT-транзисторов VT1-VT6, шунтируемыми встречно-параллельно диодами обратного тока VD1-VD6. За счет поочередного переключения ключей VT1-VT6, по алгоритму заданному блоком управления, постоянное входной напряжение трёхфазного выпрямителя U_B преобразуется в переменное прямоугольно-импульсное выходное напряжение. Через управляемые ключи VT1-VT6 протекает активная составляющая тока асинхронного электродвигателя, через диоды VD1-VD6 – реактивная составляющая тока.

Регулирование выходного напряжения инвертора можно осуществить двумя способами: амплитудным за счет изменения напряжения выпрямителя (В) U_B и широтно-импульсным за счет изменения программы переключения вентилей VT1-VT6 при $U_B = \text{const}$. Второй способ получил большее распространение в современных преобразователях частоты благодаря развитию современной элементной базы (микропроцессоры, IGBT-транзисторы).

Блок управления преобразователем (рис. 3.1) объединяет системы автоматического регулирования (САР) и управления инвертором (СУИ), а также широтно-импульсный модулятор (ШИМ). САР преобразует напряжение управления U_y в сигналы задания амплитуды U и частоты f напряжения на выходе преобразователя. Эти сигналы поступают на вход этого модулятора. На выходе ШИМ формируются прямоугольные импульсы напряжения с изменяемой длительностью, значения которой пропорциональны требуемому напряжению U_d (рис. 3.3) на выходе преобразователя. В результате, полученные импульсы СУИ перераспределяет на электроды управления силовых полупроводниковых ключей АИН (рис. 3.1), на выходе которого формируется напряжение U_d (рис. 3.3). Благодаря фильтрующим свойствам обмотки статора асинхронного двигателя, при приложении к ней широтно-импульсного модулированного напряжения U_d форма тока I_d через обмотку получается близкой к синусоидальной.

К п.3.

Электрические функциональные схемы энергетических цепей изучаемых преобразователей вычертить в соответствие с рекомендациями, изложенными в приложение 2.

К п.4.

В процессе испытаний произвести пуск, реверс и регулирование частоты вращения асинхронного двигателя электропривода изменением частоты и напряжения питания на выходе преобразователя. При этом, равномерно увеличивая частоту, записать в таблицу 3.1 значения измеренных: выходных величин: частоты на выходе преобразователя, тока и напряжения нагрузки и частоты вращения электродвигателя.

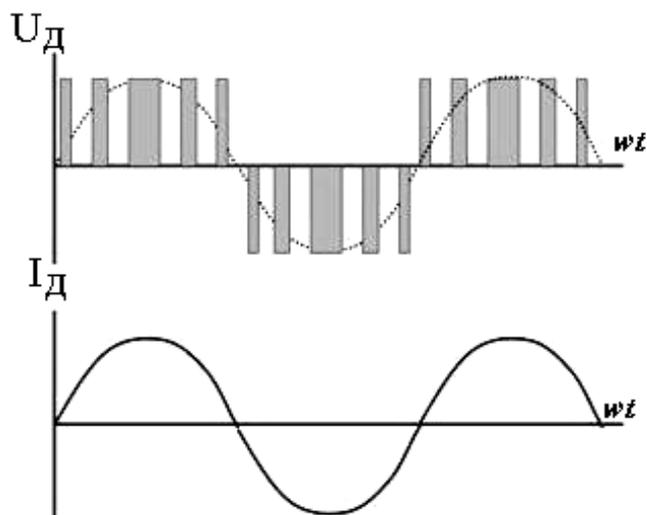


Рис. 3.3. Временные диаграммы напряжения и тока на выходе преобразователя частоты.

Перед включением необходимо уяснить пользование панелью управления преобразователем ESO12-04-0037A/R (рис. 3.4).

Включение и испытание преобразователя в работе произвести совместно с преподавателем

К п.5.

На основании опытных данных таблицы 3.1 на одном графике (рис. 3.6) построить регулировочные характеристики частотно-регулируемого асинхронного электропривода: $n(f)$, $I(f)$ и $U(f)$. При построении для каждого параметра в зависимости от диапазона его изменения устанавливается соответствующий масштаб по его оси.

К п.6.

Силовые полупроводниковые ключи в исследуемом преобразователе частоты интегрированы в силовой модуль IRPT2051A (рис. 3.5) драйвера двигателя, выпускаемый фирмой International Rectifier. Этот модуль объединяет трехфазный выпрямитель (VD1-VD6), тормозной транзистор VT1, трехфазный мостовой автономный инвертор (VT2-VT7, VD8-VD13), датчики температуры (RT1) и перегрузки по току (RS1, RS2). IGBT-Транзисторы, примененные в модуле рассчитаны на ток 25 А и напряжение 1200В, а диоды – соответственно 30 А и 1600В, что позволяет питать модуль от трехфазной сети напряжением до 480В, и обеспечивать действующие значение тока через обмотку двигателя до 5,9 А.

К п.7.

В выводах по работе для преобразователя частоты ESO12-04-0037 A/R отметить:

- особенности выполнения энергетических цепей;
- направление, диапазон и плавность регулирования частоты вращения электродвигателя;
- экономичность регулирования;
- доступность автоматизации.

Таблица 3.1

Результаты испытания частотно – регулируемого асинхронного электропривода

Номер опыта п.п	1	2	3	4	5	6	7	8
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---

Частота тока f , Гц									
Ток I , А									
Напряжение U , В									
Частота вращения n , об/мин									

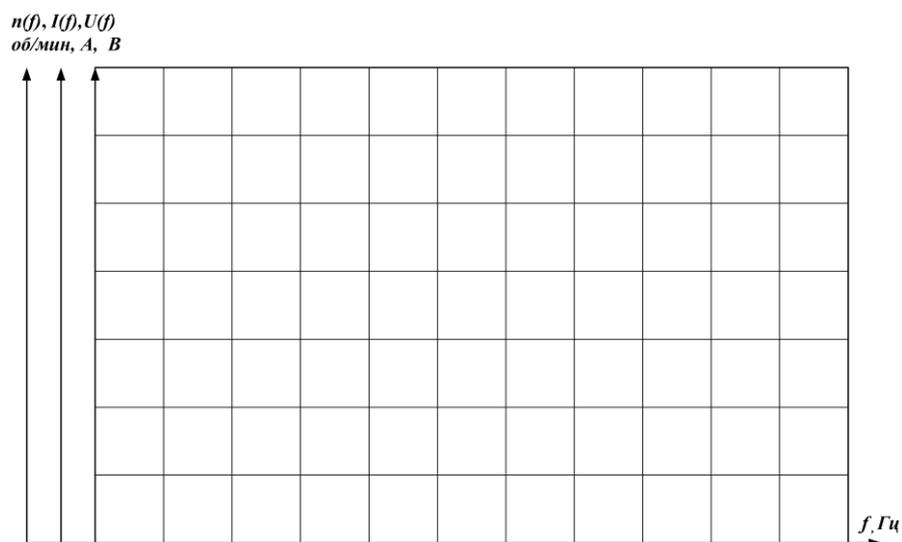


Рис. 3.6. Регулировочные характеристики частотно-регулируемого асинхронного электропривода

3. Тест:

- Для каких целей применяют силовые полупроводниковые преобразователи?
 - для преобразования неэлектрической энергии в электрическую;
 - для преобразования электрической энергии в неэлектрическую;
 - для преобразования электрической энергии в электрическую.
- В каких преобразователях осуществляется преобразование постоянного напряжения в переменное напряжение изменяемой частоты?
 - преобразователях частоты;
 - автономных инверторах;
 - инверторах ведомых сетью.
- Каким основным требованиям должен удовлетворять силовой полупроводниковый ключ?
 - малые масса и габариты;
 - малое сопротивление ключа в открытом состоянии и большое в закрытом, повышенная скорость коммутации;
 - способность выдерживать высокое напряжение и большие токи нагрузки.
- Как осуществляется искусственная коммутация однооперационных полупроводниковых ключей?
 - ключ открывается после подачи управляющего напряжения, а запирается - после его снятия;
 - ключ отпирается после подачи управляющего напряжения, а запирается - при не принудительном прерывании тока через силовую цепь;

- в) ключ отпирается после подачи управляющего напряжения, а запирается - при принудительном прерывании тока через силовую цепь.
5. Чему равна пульсность (p) выходного напряжения у трехфазного нулевого выпрямителя?
- $p=3$;
 - $p=6$;
 - $p=12$.
6. Укажите регулирующий диапазон изменения угла включения тиристоров (α) однофазного регулятора переменного напряжения с фазовым управлением (φ - угол сдвига фаз между током и напряжением нагрузки):
- $0 \leq \alpha \leq 180^\circ$;
 - $0 \leq \alpha \leq \varphi$;
 - $\varphi \leq \alpha \leq 180^\circ$.
7. Для мостового однофазного выпрямителя среднее значение наибольшего выпрямленного напряжения в долях от действующего значения напряжения питания составляет:
- 0,45;
 - 0,9;
 - 1,17.
8. Какие основные требования выдвигаются к системе управления преобразователем?
- малые массогабаритные показатели;
 - возможность ручного и автоматического регулирования;
 - формирование требуемого алгоритма функционирования.
9. В чем состоит отличие одноканальной системы импульсно-фазового управления (СИФУ) от многоканальной?
- в количестве фазосмещающих устройств;
 - в количестве задающих устройств;
 - в количестве устройств электропитания.
10. С какой целью систему импульсно-фазового управления (СИФУ) синхронизируют с питающей сетью?
- для генерации импульсов управления;
 - для стабилизации угла включения силовых ключей при изменении частоты сети;
 - для обеспечения функционирования усилительно-выходных каскадов СИФУ.

6.5. Требования к процедуре оценивания текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Система оценивания результатов обучения студентов в университете подразумевает проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с утвержденными в установленном порядке учебными планами по направлениям подготовки.

Для текущего контроля знаний и промежуточной аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям соответствующих основных профессиональных образовательных программ создаются фонды оценочных средств, позволяющие оценить сформированность компетенций.

Текущий контроль предусматривает систематическую проверку качества полученных студентами знаний, умений и навыков по всем изучаемым дисциплинам (модулям).

Формы текущего контроля знаний в межсессионный период:

- модульно-рейтинговая система с использованием тестовых инструментов информационной образовательной среды (на платформе дистанционного обучения);
- контрольные задания (контрольная работа).

Контрольные работы студентов оцениваются по системе: «зачтено» или «не зачтено». Устное собеседование по выполненным контрольным работам проводится в межсессионный период или в период лабораторно-экзаменационной сессии до сдачи итогового зачета по соответствующей дисциплине (модулю).

Курсовые задания по дисциплине (модулю) (контрольная работа, другие виды контрольных заданий, отчеты и др.) выполняется студентами в межсессионный период с целью оценки результатов их самостоятельной учебной деятельности.

Формы текущего контроля знаний на учебных занятиях:

- отчет по практическим работам;
- устный, письменный опрос (индивидуальный, фронтальный).

Помимо перечисленных форм, могут быть установлены другие формы текущего контроля знаний студентов. Перечень форм текущего контроля знаний, порядок их проведения, используемые инструменты и технологии, критерии оценивания отдельных форм текущего контроля знаний устанавливаются преподавателем, ведущим дисциплину, и фиксируются в рабочей программе дисциплины (модуля).

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины (модуля), выполнения курсовой работы, а также для оценивания эффективности организации учебного процесса.

Формы промежуточной аттестации:

- собеседование по контрольным работам дисциплины (модулю).
- зачет.

Зачет проводится в формах: тестирования, в том числе и компьютерного, устного и письменного опроса, по тестам или билетам, в соответствии с программой учебной дисциплины (модуля).

Рекомендуемые формы проведения зачета:

- устный зачет по билетам;
- письменный зачет по вопросам, тестам;
- компьютерное тестирование.

Контрольная работа оценивается по системе «зачтено» или «не зачтено».

В процессе собеседования выполненная контрольная работа, как правило, оценивается по следующим критериям:

- степень усвоения обучающимся понятий и категорий по теме контрольной работы;
- умение работать с документальными и литературными источниками;
- грамотность и стиль изложения материала;
- самостоятельность работы;

7. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень учебных аудиторий для проведения учебных занятий, оснащенных оборудованием и техническими средствами обучения по дисциплине (модулю).

Виды учебных занятий	№ учебной аудитории и помещения для самостоятельной работы	Наименование учебной аудитории для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы оборудованием и техническими средствами, компьютерной техникой	Приспособленность учебных аудиторий и помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Лекции	501	Лекционная аудитория. Инженерный корпус (Учебный лабораторный корпус) 143900, Московская область, г. Балашиха, ул. Ю. Фучика, д. 1	Проектор SANYO PLC-XW250 Экран настенный SimSCREEN	частично
	401	Лекционная аудитория. Инженерный корпус (Учебный лабораторный корпус) 143900, Московская область, г. Балашиха, ул. Ю. Фучика, д. 1	Проектор SANYO PLC-XW250 Экран настенный рулонный SimSCREEN	частично
Лабораторные и практические занятия	516	Лаборатория электропривода и силовой преобразовательной техники. Инженерный корпус (Учебный лабораторный корпус) 143900, Московская область, г. Балашиха, ул. Ю. Фучика, д. 1	Стенд для лабораторной работы «Силовые полупроводниковые регулируемые выпрямители»	частично
			Стенд для лабораторной работы «Силовые полупроводниковые регуляторы переменного напряжения»	
			Стенд для лабораторной работы «Полупроводниковые преобразователи частоты»	
			Стенд для лабораторной работы «Импульсный полупроводниковый преобразователь напряжения»	
			Стенд для лабораторной работы «Преобразователь переменного напряжения резонансной системы электроснабжения»	
Самостоятельная работа, выполнение курсовой работы	320	Учебная аудитория	ASUSP5KPL-CM/2048 RAM/DDR2/Intel Core 2Duo E7500, 2,9 MHz/AtiRadeon HD 4350 512 Mb/HDD 250/Win7-32/MSOffice 2010/Acer V203H	частично

	Читальный зал библиотеки (учебно – административный корпус)	Учебная аудитория	ПК на базе процессора AMD Ryzen 7 2700X, Кол-во ядер: 8; Дисплей 24", разрешение 1920 x 1080; Оперативная память: 32Гб DDR4; Жесткий диск: 2 Тб; Видео: GeForce GTX 1050, тип видеопамяти GDDR5, объем видеопамяти 2Гб; Звуковая карта: 7.1; Привод: DVD-RW интерфейс SATA; Акустическая система 2.0, мощность не менее 2 Вт; ОС: Windows 10 64 бит, MS Office 2016 - пакет офисных приложений компании Microsoft; мышка+клавиатура	частично
Проведение групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	516	Лаборатория электропривода и силовой преобразовательной техники. Инженерный корпус (Учебный лабораторный корпус) 143900, Московская область, г. Балашиха, ул. Ю. Фучика, д. 1	Лабораторный стенды.	частично
	412	Учебная аудитория . (Учебный лабораторный корпус) 143900, Московская область, г. Балашиха, ул. Ю. Фучика, д. 1	Персональный компьютер на базе процессора Intel Core i5	частично
			Проектор SANYO PLC-XW250	частично
	501	Лекционная аудитория. Инженерный корпус (Учебный лабораторный корпус) 143900, Московская область, г. Балашиха, ул. Ю. Фучика, д. 1	Проектор SANYO PLC-XW250	частично
Экран настенный рулонный SimSCREEN			частично	

8. Перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем

№	Название ПО	№ лицензии	Количество, назначение
Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)			

	Adobe Connect v.8 (для организации вебинаров при проведении учебного процесса с использованием элементов дистанционных образовательных технологий)	8643646	Авторизованный доступ обучающихся и сотрудников РГАЗУ. Используется при проведении лекционных и других занятий в режиме вебинара
	Электронно – библиотечная система AgriLib	Зарегистрирована как средство массовой информации "Образовательный интернет-портал Российского государственного аграрного заочного университета". Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС 77 - 51402 от 19 октября 2012 г. Свидетельство о регистрации базы данных № 2014620472 от 21 марта 2014 г.	Обучающиеся, сотрудники РГАЗУ и партнеров База учебно – методических ресурсов РГАЗУ и вузов - партнеров
	Система дистанционного обучения Moodle, доступна в сети интернет по адресу www.edu.rgazu.ru .	ПО свободно распространяемое, Свидетельство о регистрации базы данных №2014620796 от 30 мая 2015 года «Система дистанционного обучения ФГБОУ ВПО РГАЗУ»	Авторизованный доступ обучающихся и сотрудников РГАЗУ База учебно – методических ресурсов (ЭУМК) по дисциплинам.
	Система электронного документооборота «GS-Ведомости»	Договор №Гс19-623 от 30 июня 2016	Обучающиеся и сотрудники РГАЗУ 122 лицензии Веб интерфейс без ограничений
	Видеоканал РГАЗУ http://www.youtube.com/rgazu	Открытый ресурс	без ограничений
Базовое ПО			

1	Неисключительные права на использование ПО Microsoft Imagine Premium Renewed Subscription (3 year) (для учащихся, преподавателей и лабораторий) СОСТАВ: Операционные системы: Windows; Средства для разработки и проектирования: Visual Studio Community (для учащихся и преподавателей) Visual Studio Professional (для лабораторий) Visual Studio Enterprise (для учащихся, преподавателей и лабораторий) Windows Embedded Приложения (Visio, Project, OneNote) Office 365 для образования	Your Imagine Academy membership ID and program key		без ограничений На 3 года по 2020 С26.06.17 по 26.06.20
		Institution name:	FSBEI HE RGAZU	
		Membership ID:	5300003313	
		Program key:	04e7c2a1-47fb-4d38-8ce8-3c0b8c94c1cb	
2.	Dr. WEB Desktop Security Suite	Сублицензионный договор №1872 от 31.10.2018 г. Лицензия: Dr.Web Enterprise Security Suite: 300 ПК (АВ+ЦУ), 8 ФС (АВ+ЦУ) 12 месяцев продление (образ./мед.) [LBW-AC-12M-300-B1, LBS-AC-12M-8-B1]		300
3.	7-Zip	свободно распространяемая		без ограничений
4.	Mozilla Firefox	свободно распространяемая		без ограничений
5.	Adobe Acrobat Reader	свободно распространяемая		без ограничений
6.	Opera	свободно распространяемая		без ограничений
7.	Google Chrome	свободно распространяемая		без ограничений
8.	Учебная версия Tflex	свободно распространяемая		без ограничений
9.	Thunderbird	свободно распространяемая		без ограничений
Специализированное ПО				
10.	Консультант Плюс	Интернет версия		Без ограничений

9. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

9.1. Перечень основной учебной литературы

1. Петрович, В.П. Силовые преобразователи электрической энергии: учеб. пособие / В.П. Петрович, Н.А. Воронина, А.В. Глазачев.- Томск, ТПУ.- 2009.- 340 с.- Текст: элек-тронный // Электронно-библиотечная система "AgriLib": сайт. – Балашиха, 2012. – URL: <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/824>.-Режим доступа:для зарегистр.пользователей.

9.2 дополнительная литература:

1. Иванов, И.И. Электротехника и основы электроники : учебник / И.И. Иванов, Г.И. Соловьев, В.Я. Фролов. — 10-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-0523-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112073> (дата обращения: 12.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Лукутин ,Б.В. Силовые преобразователи в электроснабжении:учеб.пособие/Б.В. Лукутин,С.Г. Обухов.-Томск: Томский политехнический университет,2007.-144с.- Текст: электронный // Электронно-библиотечная система "AgriLib": сайт. – Балашиха, 2012. – URL: <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/854>.-Режим доступа:для зарегистр.пользователей.

3. Фурсов, В.Б. Моделирование электропривода : учебное пособие / В.Б. Фурсов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 220 с. — ISBN 978-5-8114-3566-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121467> (дата обращения: 12.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Фролов, Ю.М. Регулируемый асинхронный электропривод : учебное пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-2177-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/102251> (дата обращения: 12.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Шогенов, А.Х. Электроника / А.Х. Шогенов, Д.С. Стребков. – М.: РадиоСофт, 2011.- 488 с.

9.4. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование интернет ресурса, его краткая аннотация, характеристика	Адрес в сети интернет
1	2	3
1.	Электронно-библиотечная система (ЭБС) ФГБОУ ВО РГАЗУ «AgriLib», раздел: «Агроинженерия»	http://ebs.rgazu.ru/
2.	Электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС) ФГБОУ ВО РГАЗУ	http://edu.rgazu.ru/
3.	ЭБС «Лань»	http://e.lanbook.com/
4.	ЭБС «eLIBRARY»	http://elibrary.ru/
5.	ФГБНУ «Росинформагротех», документальная база данных "Инженерно-техническое обеспечение АПК"	http://www.rosinformagrotech.ru/databases/document
6.	Министерство энергетики Российской Федерации	http://minenergo.gov.ru/
7.	Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов	http://fcior.edu.ru/
8.	Федеральный портал «Российское образование»	http://www.edu.ru/
9.	Электричество. Фирма Знак	http://www.vib.ustu.ru/electr
10.	Промышленная энергетика. Энергопрогресс	http://www.promen.energy-journals.ru
11.	Энергетика за рубежом. Энергоатомиздат	http://www.energetik.energy-journnais.ru/

№ п/п	Наименование интернет ресурса, его краткая аннотация, характеристика	Адрес в сети интернет
12.	Академия Энергетики. Президент-Нева	http://www.energoacademy.ru
13.	Электрооборудование. Панорама	http://www.oborud.promtransizdat.ru/
14.	Энергетик. Энергопрогресс	http://www.energetik.energy-journais.ru/
15.	Энергетика. Оборудование. Документация	http://forca.ru/knigi/arhivy/montazh-ekspluaciya-i-remont-selskohozyaystvennogo-elektrooborudovaniya-28.html
16.	Электроэнергетика в РФ и за рубежом	http://energo.polpred.com/

10. Оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе бакалавриата (магистратуры)

Качество образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе бакалавриата (магистратуры) определяется в рамках системы внутренней оценки, а также системы внешней оценки, в которой университет принимает участие на добровольной основе.

В целях совершенствования программы бакалавриата (магистратуры) университет при проведении регулярной внутренней оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе бакалавриата (магистратуры) привлекает работодателей и их объединения.

В рамках внутренней системы оценки качества образовательной деятельности по программе бакалавриата (магистратуры) обучающимся предоставляется возможность оценивания условий, содержания, организации и качества образовательного процесса в целом и отдельных дисциплин (модулей) и практик.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности по программе бакалавриата (магистратуры) в рамках процедуры государственной аккредитации осуществляется с целью подтверждения соответствия образовательной деятельности по программе бакалавриата (магистратуры) требованиям ФГОС ВО с учетом соответствующей ПООП.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе бакалавриата (магистратуры) планируется осуществляться в рамках профессионально-общественной аккредитации, проводимой уполномоченными организациями, либо авторизованными национальными профессионально-общественными организациями, входящими в международные структуры, с целью признания качества и уровня подготовки выпускников, освоивших программу бакалавриата (магистратуры), отвечающими требованиям профессиональных стандартов, требованиям рынка труда к специалистам соответствующего профиля.

11. Особенности организации образовательного процесса по дисциплине (модулю) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Реализация дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для адаптации программы освоения дисциплины используются следующие методы:

- для лиц с нарушениями слуха используются методы визуализации информации (презентации, использование компьютера для передачи текстовой информации интерактивная доска, участие сурдолога и др);

- для лиц с нарушениями зрения используются такие методы, как увеличение текста, картинок (в программах Windows), программы-синтезаторы речи, в том числе в ЭБС

звукозаписывающие устройства (диктофоны), компьютеры с соответствующим программным аппаратным обеспечением и портативные компьютеризированные устройства.

Для маломобильных групп населения имеется необходимое материально-техническое обеспечение (пандусы, оборудованные санитарные комнаты, кнопки вызова персонала, оборудованные аудитории для лекционных и практических занятий) возможно применение ассистивных технологий и средств.

Форма проведения текущего контроля и промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере в форме тестирования и т.п.), при необходимости выделяется дополнительное время на подготовку и предоставляются необходимые технические средства.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочей программе дисциплины (*модуле*) _____
(*название дисциплины*)

по направлению подготовки _____
направленности/профилю

на 20__/20__ учебный год

1. В _____ вносятся следующие изменения
(*элемент рабочей программы*)

1.1.;

1.2.;

....

1.9.

2. В _____ вносятся следующие изменения
(*элемент рабочей программы*)

2.1.;

2.2.;

....

2.9.

3. В _____ вносятся следующие изменения
(*элемент рабочей программы*)

3.1.;

3.2.;

....

3.9.