

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.03

(шифр дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы управления полупроводниковыми преобразователями 1,2

(наименование дисциплины)

11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

по направлению подготовки (специальности)

Электронные приборы и устройства

направленность (профиль)/специализация

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: **11** ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	2,3	Итого
Форма контроля	Экзамен	
Вид занятий		
Лекции	24	24
Лабораторные	56	56
Практические	72	72
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0.7	0.7
Контактная работа	152.7	152.7
Самостоятельная работа	172	172
Контроль	71.3	71.3
Итого	396	396

Рабочую программу составил:

доцент, к.т.н., доцент Позднов М.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности)

11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

Срок действия рабочей программы дисциплины до «30» августа 2022 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

Промышленная электроника

(протокол заседания № 8 от «08» июля 2020 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель курса – сформировать цельный взгляд на существующие системы управления полупроводниковых преобразователей, освоения системного подхода к выбору структурного и схемотехнического построения систем управления, позволяющих обеспечить нормальную работу полупроводникового преобразователя.

2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: базируется на знаниях и навыках полученных при изучении дисциплин «Теоретические основы электротехники», «Электромагнитная совместимость электронных приборов и устройств».

Дисциплины, учебные курсы для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса):

- Подготовка выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
- способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов (ПК-4)	ПК-1.1. Знает схемы замещения основных компонентов электронных устройств, способы формализованного описания электронных схем; ПК-1.2. Умеет составлять схемы замещения и математические модели реальных электронных устройств; ПК-1.3. Владеет способами формализованного описания электронных схем, приёмами	Знать: источники информации, необходимой для технико-экономического обоснования нового проекта
		Уметь: проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов
		Владеть: навыками технико-экономических расчетов

	программирования на языках высокого уровня, а также использования коммерческих математических пакетов программ общинженерного направления (Mathcad®, MATLAB® и др.).	
- готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-5)	ИД-1ПК-2 Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков ИД-2ПК-2 Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов.	Знать: способы расчета электронных приборов и схем
		Уметь: выполнять расчет и проектирование электронных приборов
		Владеть: компьютерными программами автоматизации проектирования
- способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников (ПК-6)	ИД-1ПК-3 Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов ИД-2ПК-3 Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов ИД-3ПК-3 Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем	Знать: структуры систем управления типовых полупроводниковых преобразователей
		Уметь: анализировать процессы происходящие при работе систем управления
		Владеть: навыками моделирования системы управления в комплексе с полупроводниковым преобразователем
готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать	ИД-1ПК-7 Знает правила и нормы монтажа и испытаний сложного электронного оборудования ИД-2ПК-7 Умеет подготавливать локальную нормативную документацию для	Знать: принципы работы систем для управления полупроводниковыми преобразователями и необходимые для этого законы регулирования
		Уметь: анализировать процессы в известных системах управления полупроводниковыми преобразователями
		Владеть: навыками проектирования систем под заданные типы

технические задания на выполнение проектных работ (ПК-7)	обслуживания приборов электроники и наноэлектроники ИД-3ПК-7 Владеет навыками сдачи в эксплуатацию приборов и систем электроники и наноэлектроники ИД-4ПК-7 Знает характеристики и возможности автоматизированных информационно-управляющих систем; ИД-5ПК-7. Умеет применять автоматизированные информационно-управляющие системы для эксплуатации устройств автоматики и мехатроники; ИД-6ПК-7. Владеет приемами эксплуатации автоматизированных информационно-управляющих систем.	полупроводниковых преобразователей с заданными выходными параметрами
- способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований (ПК-8)	ИД-1 ПК-8 Должен знать номенклатуру современных устройств, приборов и систем электронной техники. ИД-2 ПК-8 Должен уметь проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований. ИД-3 ПК-8 Должен владеть приемами авторского сопровождения разрабатываемых устройств, приборов и систем электронной техники.	Знать: принципы работы электроизмерительных приборов
		Уметь: Проводить экспериментальные исследования по измерению параметров электрических систем и устройств, правильно выбирать приборы для этих измерений, проводить оценку погрешности измерений
		Владеть: навыками работы с электроизмерительными приборами.

-способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями (ПК-9)	ИД-1 ПК-9 Должен уметь самостоятельно проектировать модули, блоки, системы и комплексы электронных средств с учетом заданных требований ИД-2 ПК-9 Должен знать методические и нормативные требования, предъявляемые к разработке проектно-конструкторской документации на конструкции электронных средств ИД-3 ПК-9 Должен владеть навыками разработки проектно-конструкторской документации на конструкции электронных средств в соответствии с методическими и нормативными требованиями	Знать: правила оформления отчетов о НИР основанных на ГОСТах
		Уметь: Оформлять результаты экспериментальной деятельности, а также подготавливать документы для проектирования электронных устройств
		Владеть: навыками работы в проектных системах

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Введение	Лек, Ср	Системы управления преобразовательными устройствами. ФУНКЦИИ И СТРУКТУРА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ. ФАЗОСМЕЩАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА (ФСУ).	2,3	22		-	Присутствие
	Пр			6			Защита отчета
	Лаб			5			Защита отчета
Модуль 1. Формирователи импульсов управления	Лек, Ср	Формирователи импульсов управления (Выходные формирователи). Основные типы формирователей импульсов управления.		22		-	Присутствие
	Пр			6			Защита отчета
	Лаб			5			Защита отчета
	Лек, Ср	Формирователи импульсов управления с совместной передачей энергии и формы управляющего сигнала. Трансформаторные ФИУ биполярных транзисторов.		22		-	Присутствие, тест
	Пр			6			Защита отчета
	Лаб			5			Защита отчета
	Лек, Ср	Трансформаторные ФИУ для ключей с изолированным затвором. Трансформаторные ФИУ тиристоров.		22			Присутствие
	Пр			6			Защита отчета
	Лаб			5			Защита отчета
	Лек, Ср	Формирователи импульсов управления с отдельной передачей питания и информационного сигнала. Потенциальная развязка информационного сигнала.		2			Присутствие
	Лек, Ср	Драйверы силовых транзисторов. Драйвер биполярного транзистора.		22			Присутствие
	Пр			6			Защита отчета
	Лаб			5			Защита отчета
	Лек, Ср	Особенности подключения драйверов к входным цепям силовых транзисторов. Источники питания драйверов.		22			Присутствие
	Пр			6			Защита отчета
	Лаб			5			Защита отчета
Модуль 2. Датчики обратной связи	Лек, Ср	Датчики тока и напряжения. Датчики тока. Датчики напряжения. Контактный датчик напряжения. Трансформатор напряжения.		22			Присутствие
	Лек, Ср	Датчик напряжения на эффекте Холла. Распределители импульсов управления.		22		-	Присутствие

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3. Системы управления преобразователей							
	Пр			6			Защита отчета
	Лаб			5			Защита отчета
	Лек, Ср	Система управления для трехфазного мостового выпрямителя.		23		-	Присутствие
	Пр			6			Защита отчета
	Лаб			5			Защита отчета
	Лек, Ср	Реализация однополярной ШИМ с модуляцией длительности импульсов по синусоидальному закону в однофазной мостовой схеме инвертора напряжения.		23			
	Пр			6			Защита отчета
	Лаб			5			Защита отчета
	Лек, Ср	Реализация схемы управления трехфазным мостовым инвертором напряжения без ШИМ		23			
	Пр			6			Защита отчета
	Лаб			5			Защита отчета
Итого:				396			

5. Образовательные технологии

1. Технологии традиционного обучения
 - 1.1. Лекционные занятия
 - 1.2. Практические задания
 - 1.3. Самостоятельная работа
 - 1.4. Лабораторные занятия
 - 1.5. Индивидуальные домашние задания (в качестве вопроса к защите лабораторной работы)
2. Технология модульного обучения
 - 2.1. Разбитие преподаваемого материала на отдельные модули
3. Технология проблемного обучения
 - 3.1. Эвристическая беседа
 - 3.2. Дискуссия
 - 3.3. Учебное исследование
4. Технология обучения в сотрудничестве
 - 4.1. Разбиение студентов на команды для решения конкретных задач
5. Интерактивные технологии
 - 5.1. Демонстрационный метод обучения
 - 5.2. Работа в группах
 - 5.3. Эвристическая беседа

6. Методические указания по освоению дисциплины

Рекомендуется посещение лекционных занятий; самостоятельное изучение материала; выполнение, оформление и защита практических и лабораторных работ.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
2, 3	ПК-4,5,6,7,8,9	<i>Отчеты по практическим работам</i>

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Выполнение и защита практических работ

Типовой пример задания:

Выполнить, оформить и защитить лабораторную, практическую работу.

Краткое описание и регламент выполнения

Практические и лабораторные работы выполняются в бригадах. Они должны быть выполнены должна быть выполнена. Результаты оформлены в виде отчета. Далее студент должен защитить работу, ответив на теоретический или практический вопрос.

Критерии оценки:

Работа не выполнена: студент получает отрицательные штрафные баллы.

Работа оформлена: студент получает баллы за оформление.

Работа защищена: студент получает баллы за защиту.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 2, 3

Вопросы
<ol style="list-style-type: none">1. Из каких основных частей состоят вентильные преобразователи?2. Что понимают под системой управления ?3. Основные функции систем управления.4. <i>Обобщенная структурная схема вентильного преобразователя</i> как объекта управления, название ее блоков.5. Структурная схема системы управления непосредственного преобразователя частоты. Для чего в ней устройство раздельного управления?6. Что такое выходные формирователи в системе управления и для чего они служат?7. Что такое фазосмещающее устройство, для чего оно предназначено?8. Структура фазосмещающего устройства .9. Какие формы опорного напряжения используются в фазосмещающем устройстве (показать графически)?10. Что называют фазовой характеристикой фазосмещающего устройства?11. Показать вид фазовой характеристики для косинусоидального закона опорного напряжения фазосмещающего устройства (графически и аналитически).12. Показать вид фазовой характеристики для линейного закона опорного напряжения фазосмещающего устройства (графически и аналитически)13. Из каких частей состоит формирователь импульсов управления (ФИУ)?14. Показать влияние силовой части на систему управления при непосредственной связи системы управления с силовой шиной.15. Для каких целей осуществляют потенциальную развязку системы управления и силовой части преобразователя?16. Какие два типа формирователей импульсов управления вы знаете?17. Какими элементами осуществляется потенциальная развязка в информационном канале в формирователе импульсов управления с раздельной передачей <i>энергии и информационного сигнала</i>?18. Какими элементами осуществляется потенциальная развязка в информационном канале в формирователе импульсов управления с совмещенной передачей <i>энергии и информационного сигнала</i>?19. В каких режимах управляются биполярные транзисторы в трансформаторных формирователях

- импульсов управления?
20. Привести пример схемы управления постоянным током биполярного транзистора.
 21. Привести пример схемы управления биполярным транзистором с пропорциональным токовым управлением.
 22. Управление биполярным транзистором по схеме с эмиттерной коммутацией
 23. Основные проблемы применения трансформаторных формирователей импульсов управления для ключей с изолированным затвором
 24. Схема формирователя импульсов управления с разделительной емкостью для ключей с изолированным затвором. Ее преимущества.
 25. Трансформаторный в формирователь импульсов управления с широким диапазоном скважности для ключей с изолированным затвором.
 26. Схема трансформаторного в формирователя импульсов управления с широтно-импульсным управлением для ключей с изолированным затвором.
 27. Требования предъявляемые к трансформаторным формирователя импульсов управления управляемым тиристорами.
 28. Типовая схема формирователей импульсов управления для тиристорov.
 29. Трансформаторный формирователь импульсов управления с широким импульсом управления для тиристорov.
 30. Меры по защите тиристорного трансформаторного формирователя управления от помех.
 31. Почему параллельное включение мощных тиристорov осуществляют не одним трансформатором с несколькими обмотками, а параллельным соединением нескольких трансформаторov?
 32. Почему последовательное включение тиристорov на высокие напряжения осуществляют не одним трансформатором формирователя импульсов с несколькими обмотками, а соединением нескольких трансформаторov?
 33. Какие соединения трансформаторов формирователей импульсов управления используются при последовательном включению тиристорov на высокие напряжения?
 34. Структура драйвера.
 35. Что такое драйвер?
 36. Для чего необходим входной узел драйвера?
 37. Для чего необходим узел согласования драйвера?
 38. Для чего необходим узел выходной узел драйвера?
 39. Требования к выходному узлу драйвера управляющего биполярным транзистором.
 40. Простые схемы управления биполярным транзистором.
 41. Схема управления биполярным транзистором с нелинейной обратной связью.
 42. Требования к выходному узлу драйвера полевого транзистора.
 43. Как определить заряд Q_g и резистор R_g в цепи затвора полевого транзистора, необходимые для открытия транзистора за заданное время t_f ?
 44. Схемы управления полевым транзистором от микросхем?
 45. В чем особенность управления полевым транзистором от схем транзисторно-транзисторной логики?
 46. Для какой цели в затвор полевого транзистора устанавливают резистор?
 47. В чем особенность подключения к драйверу полевого транзистора нескольких параллельно включенных транзисторov?
 48. Деление драйверов по числу источников.
 49. Какими способами обеспечивается энергией запирания канал запирающие ключей?
 50. Методы обеспечения энергоснабжения источника питания драйвера.
 51. Схема организации питания драйвера с одним источником и промежуточным накопителем.
 52. Мостовая схема организации выходного импульса драйвера.
 53. Недостаток низкочастотных схем питания драйвера.
 54. Схема обеспечения питания драйвера от силового ключа.
 55. Какие недостатки присущи интегральным драйверам фирмы Toshiba, из рассмотренных в курсе дисциплины?
 56. Какие защиты обеспечивает драйвер МД 180ПБ фирмы ООО «Электрум АВ»?
 57. Какие типы датчиков тока и напряжения по принципу действия вы знаете?
 58. Принцип действия контактного датчика тока.
 59. Недостатки шунтовых датчиков тока.
 60. ШИМ преобразователь измеряемого тока IR2175. (назначение, передаточная характеристика.).
 61. ШИМ преобразователь измеряемого тока IR2175. (принципиальная схема).
 62. Преобразователь сигнала HCPL-7800 для датчика тока (назначение, преимущества, недостатки.).
 63. Использование интегральной оптопары HCNR201 для построения датчиков тока. (Принцип, недостатки).
 64. Использование интегральной оптопары HCNR201 для построения датчиков тока. (схема включения, недостатки).
 65. Неконтактные датчики (типы).

66. Трансформатор тока. (соотношения токов, преимущества , недостатки).
67. Датчики тока прямого усиления на основе эффекта Холла. (конструкция, принцип действия).
68. Датчики тока компенсационного типа на основе эффекта Холла. (конструкция, принцип действия)
69. Датчики напряжения. (Типы, особенность включения).
70. Трансформатор напряжения. (конструкция, соотношение напряжений, преимущества, недостатки)
71. Датчик напряжения на эффекте Холла (датчик с потенциальным, токовым выходом, их различия).
72. Соотношение для связи выходного и входного напряжений датчика напряжения на эффекте Холла.
73. Пороговый датчик напряжения. (Применение, схема).
74. Распределители импульсов. (назначение).
75. Формирователи импульсов (укоротители импульсов управления). Назначение, принципиальная схема, недостатки.
76. Резистивная схема управления однополупериодным выпрямителем. (Схема, диапазон управления, диаграммы).
77. Резистивно-емкостная схема управления однополупериодным выпрямителем. (Схема, диапазон управления, диаграммы).
78. Схема управления двухполупериодным выпрямителем с однопереходным транзистором.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
2, 3	Экзамен	«отлично»	Полный ответ на оба вопроса
		«хорошо»	Полный ответ на один вопрос, на второй вопрос ответ неполный
		«удовлетворительно»	Неполные ответы на оба вопроса
		«неудовлетворительно»	Ответов на вопросы нет, или они несущественные, или не по теме вопроса

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименовани е ЭБС
1	Рассадкин, Ю.И.	Рассадкин, Ю.И. Компьютерное управление в мехатронных системах : учебное пособие / Ю.И. Рассадкин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 61 с. — ISBN 978-5-7038-4531-8.	Учебное пособие	2016	ЭБС "Лань"
2	В. Я. Фролов, В. В. Смородинов.	Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab-Simulink [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Я. Фролов, В. В. Смородинов. - Изд. 2-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - ISBN 978-5-8114-2583-9.	Учебное пособие	2018	ЭБС "Лань"

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименовани е ЭБС
1	В. И. Мелешин, Д. А. Овчинников.	Управление транзисторными преобразователями электроэнергии [Электронный ресурс] : [монография] / В. И. Мелешин, Д. А. Овчинников. - Москва : Техносфера, 2011. - 575 с. - (Мир радиоэлектроники). - ISBN 978-5-94836-260-1.	монография	2011	ЭБС "IPR BOOKS"
2	Рама Редди С.	Рама Редди С. Основы силовой электроники : [учеб. для политехн. курсов] / Редди С. Рама; пер. с англ. В.В. Масалова; под ред. Д.П. Приходько . - М. : Техносфера, 2006. - 287 с. : ил. - (Мир электроники). - Библиогр.: с. 287. - Прил.: с. 260-286. - ISBN 5-94836-055-5: 280-00	Учебник	2006	31

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1.Силовая электроника [Электронный ресурс] : научно-практ. журнал / Электрон. Журн.-Москва .- Режим доступа к журн.: <http://www.power-e.ru/>

2.Практическая силовая электроника [Электронный ресурс] : науч.-тех. Журнал / электрон. журн. - Москва: ЗАО "ММП-Ирбис".- Режим доступа к журн.: <http://www.mmp-irbis.ru/>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Matlab / Simulink 2014	5	Договор №2023/12 5 лет
2	Студенческая версия программы MicroCAP 9.0	не огр.	бессрочно

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Э-512 "Лаборатория ""Твердотельная электроника, электрические цепи и схемотехника"". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	столы ученические двухместные , стулья.,ПК, экран,проектор, модернизированный стенд «Луч 87» , стенд лабораторный МКС-51п/а 503 -5шт, монитор Samsung740N -2 шт, монитор LG Flartron -2шт, монитор Samsung 763mb-1шт, монитор Samsung 750S-1шт, системный блок microtech-6шт, осциллограф C1-68-1шт,осциллограф C1-118,2-1шт, жалюзи.

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	
2	Э-511 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Столы ученические двухместные (моноблок) , стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая)
3	Г-401 Помещение для самостоятельной работы студентов	