МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор Департамента образования
_____ **П.Е. Троян**
«24» 05 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СИЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА

(наименование учебной дисциплины)

Уровень основной образовательной программы **бакалавриат**
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление(я) подготовки (специальность) **15.03.06 "Мехатроника и робототехника"**
(номер уровень, полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль(и) **«Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике»**
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности) из ПООП)

Форма обучения **очная**
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет **инновационных технологий (ФИТ**
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра **«Управление инновациями» (УИ)**
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс 3 **Семестр** 6

Учебный план набора 2013 года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	Лекции						14			14	часов
2.	Лабораторные работы						28			28	часов
3.	Практические занятия						14			14	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)										часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)						56			56	часов
6.	Из них в интерактивной форме						12			12	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)						52			52	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)						108			108	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена										часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)						108			108	часов
	(в зачетных единицах)						3			3	ЗЕТ

Зачет 6 **семестр** **Диф. зачет** _____ **семестр**

Экзамен _____ **семестр**

Томск (2016)

Согласована на портале № 5990

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 13 от « 29 » 4 2016 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) третьего поколения по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», утвержденного 12 марта 2015 г. приказом №206
(дата утверждения ФГОС ВПО)

рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « 03 » февраля 2016 г., протокол № 44

Разработчик доцент каф УИ, к.ф.м.н. _____ П.Н. Дробот
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФИТ _____ Г.Н. Нариманова
(название факультета) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. профилирующей и выпускающей кафедрой УИ _____ Г.Н. Нариманова
(название кафедры) (подпись) (Ф.И.О.)

Эксперты:

Доцент каф. УИ _____ Е.П. Губин
(место работы, занимаемая должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Доцент каф. УИ, к.ф.-м.н. _____ М.Е. Антипин
(место работы, занимаемая должность) (подпись) (Ф.И.О.)

2

Согласована на портале № 5990

1. Цели и задачи дисциплины: Цель преподавания дисциплины - получение студентами основных научно-практических, общесистемных знаний в области современной силовой электроники и преобразователях электрической энергии. Задачи - изучение вопросов применения силовой электроники и преобразовательной техники.

2. Место дисциплины в структуре ООП: Дисциплина Б1.В.ДВ.7.2 «Силовые электронные приборы» относится к дисциплинам по выбору вариативной части базового цикла Б1 основной образовательной программы бакалавриата 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

3. Требования к результатам освоения дисциплины:
Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники (ПК-1)

способностью разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования (ПК-5)

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: современное состояние дел в области научных и технических исследований в части создания силовой элементной базы; основные схемотехнические решения устройств силовой электроники.

Уметь*:* критически и обоснованно формулировать постановку задачи научного исследования и разработки технических решений; применять современные методы исследования, включая передовые методы программирования и компьютерного моделирования, которые требуются для корректного и наиболее эффективного решения задач, по выбору и разработке силовой элементной базы; применять, эксплуатировать и производить выбор преобразователей энергии; разбираться с принципом работы преобразователей энергии

Владеть навыками оценки и анализа современной силовой электроники и преобразователей энергии и современными средствами анализа силовых электронных схем и драйверов сопряжения.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы
Общая трудоемкость дисциплины составляет _____ зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
			6		
Аудиторные занятия (всего)			56		
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции			14		
Лабораторные работы (ЛР)			28		
Практические занятия (ПЗ)			14		
Самостоятельная работа (всего)			52		
В том числе:	-	-	-	-	-
Подготовка к лабораторным, практическим занятиям и проработка лекций	42				
Изучение тем для самостоятельной проработки			10		
Вид промежуточной аттестации (**зачет**)					
Общая трудоемкость час			108		
Зачетные Единицы Трудоемкости					

5. Содержание дисциплины
5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

Согласована на портале № 5990

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия.	Курсовой П/Р (КРС)	Самост. работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируемые компетенции (ПК)
1.	Силовые электронные ключи. Классификация и функциональное назначение.	2	4	2		6	14	ПК-1, ПК-5
2.	Силовые диоды и транзисторы. Новые типы силовых диодов и транзисторов.	2	4	2		6	14	ПК-1, ПК-5
3	Тиристоры, назначение и области применения. Принципы их применения в силовых инверторах.	2	4	2		6	14	ПК-1, ПК-5
4	Пассивные компоненты силовых электронных приборов.	2	4	2		6	14	ПК-1, ПК-5
5	Модули силовых электронных ключей и выполняемые ими функции. Технология изготовления модулей.	2	4	2		6	14	ПК-1, ПК-5
6	Системы управления силовыми электронными аппаратами.	2	4	2		6	14	ПК-1, ПК-5
7	Микропроцессоры в силовых электронных аппаратах.	2	4	2		6	14	ПК-1, ПК-5
	Итого	14	28	14		42	98	ПК-1, ПК-5

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ПК)
1.	Силовые электронные ключи. Классификация и функциональное назначение.	Электронные ключи. Статический режим работы ключей. Динамический режим работы ключей. Область безопасной работы и защита ключей от больших токов и напряжений в импульсном режиме работы.	2	ПК-1, ПК-5
2.	Силовые диоды и транзисторы. Новые типы силовых диодов и транзисторов.	Статические вольтамперные характеристики диодов и транзисторов. Динамические характеристики диодов и транзисторов. Защита силовых диодов и транзисторов. Обеспечение безопасной работы транзисторов. Основные типы силовых диодов и транзисторов.	2	ПК-1, ПК-5
3	Тиристоры, назначение и области применения. Принципы их применения в силовых инверторах.	Принцип действия тиристора. Статическая вольтамперная характеристика тиристора. Динамические характеристики тиристоров. Запираемые тиристоры. Основные типы тиристоров. Защита тиристоров от больших токов и напряжений.	2	ПК-1, ПК-5
4	Пассивные компоненты силовых электронных приборов.	Влияние повышенной частоты и несинусоидальности напряжения на работу трансформаторно-реакторного оборудования. Влияние формы и частоты на работу конденсаторов. Теплоотвод в силовых электронных приборах. Тепловые режимы работы силовых электронных ключей. Охлаждение силовых электронных ключей.	2	ПК-1, ПК-5
5	Модули силовых электронных ключей и выполняемые ими функции. Технология изготовления модулей.	Последовательное и параллельное соединение ключевых элементов. Типовые схемы модулей силовых ключей. Интеллектуальные силовые интегральные микросхемы.	2	ПК-1, ПК-5
6	Системы управления силовыми электронными аппаратами.	Назначение и принципы функционирования систем управления силовыми электронными аппаратами. Моделирование регуляторов. Интегральные микросхемы в системах управления силовыми электронными аппаратами. Линейные усилители и преобразователи аналоговых сигналов. Формирователи импульсов управления силовыми ключами. Генераторы и распределители импульсов управления.	2	ПК-1, ПК-5
7	Микропроцессоры в	Устройства с микропроцессорами. Устройства микро-	2	ПК-1, ПК-5

Согласована на портале № 5990

	силовых электронных аппаратах.	процессора и выполняемые функции. Конструкции микропроцессорных контроллеров. Применение микропроцессоров в электроаппаратостроении.		
	Итого		14	ПК-1, ПК-5

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин								
		1	2	3	4	5	6	7	8	…
Предшествующие дисциплины										
1	Основы мехатроники и робототехники	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Основы теории цепей	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Электротехника	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины										
1	Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Проектирование мехатронных и робототехнических систем	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Моделирование роботов и робототехнических систем	+	+	+	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля по всем видам занятий *(примеры)*
	Л	Лаб	Пр.	КР/КП	СРС	
ПК1	+	+	+		+	Отчет по лабораторной работе, устный ответ на практическом занятии, отчет по практ.раб., конспект самоподготовки
ПК5	+	+	+			Отчет по лабораторной работе, устный ответ на практическом занятии, отчет по практ.раб., конспект самоподготовки

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы \ Формы	Лекции (час)	Практические/семинарские Занятия (час)	Лабораторные работы (час)	СРС (час)	Всего
Программные продукты: изучение интерфейса, применение к решению задач и моделированию		–	4		4
Case-study (метод конкретных ситуаций)		4			4
Решение ситуационных задач	4	–	–		4
Итого интерактивных занятий	4	4	4		12

7. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость	Компетенции ПК

Согласована на портале № 5990

	из табл. 5.1		(час.)	
1.	**2**	Разработать схему однополупериодного высокочастотного выпрямителя, сделать макет и произвести его статические испытания по определению нагрузочных характеристик. Произвести осциллографирование процессов работы выпрямителя при различных частотах переменного напряжения.	4	ПК-1, ПК-5
2	**2**	Разработать схемы импульсных ключей на биполярном и МОП транзисторах. Определить статические и динамические режимы их работы. Сделать соответствующие выводы.	4	ПК-1, ПК-5
3	**3**	Разработать схему тиристорного ключа. Исследовать характеристики схемы и проверить их на соответствие с известными уравнениями.	4	ПК-1, ПК-5
4	**4**	Рассмотреть различные конструкции трансформаторов и дросселей и выполнить их критический анализ.	4	ПК-1, ПК-5
5	**4**	Измерить паразитные параметры резисторов, конденсаторов и индуктивностей. Определить методы снижения их негативного влияния на работу силовых устройств при высоких частотах преобразования.	4	ПК-1, ПК-5
6	**5**	Рассмотреть схемы и конструкции различных силовых электронных ключей. Оценить оптимальность выбранной конструкции с точки зрения отвода тепла.	4	ПК-1, ПК-5
7	**5**	Разобрать принцип действия схем ключей и определить параметры управляющих сигналов.	4	ПК-1, ПК-5
Итого			28	

8. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК
1.	**1**	Рассмотрение практических диодных, транзисторных и тиристорных ключей и схемотехнику их построения.	2	ПК-1, ПК-5
2	**2**	Рассмотрение необходимости введения выравнивающих элементов для обеспечения надежности работы силовых ключей. Основные расчетные уравнения. Температурная зависимость параметров полупроводниковых приборов.	2	ПК-1, ПК-5
3	**3**	Рассмотреть работу транзисторной эквивалентной схемы тиристора и определить его невыключение после снятия управляющего импульсов тока.	2	ПК-1, ПК-5
4	**4**	Принципы конструкций плоских высокочастотных трансформаторов. Методы уменьшения влияния паразитных характеристик пассивных элементов на частотные характеристики импульсных силовых электронных устройств.	2	ПК-1, ПК-5
5	**5**	Рассмотрений различных конструкций модульных устройств и систем силовой электроники. Их сравнение и показатели оптимальности по энергетическим и экономическим характеристикам.	2	ПК-1, ПК-5
6	**6**	Выполнить анализ функционирования нескольких систем управления силовыми электронными аппаратами.	2	ПК-1, ПК-5
7	**7**	Выяснение преимуществ применения микропроцессоров для реализации функций управления и стабилизации выходных параметров силовых электронных устройств. Принципы программирования микроконтроллеров.	2	ПК-1, ПК-5
Итого			14	

9. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоемкость (час.)	Компетенции ПК	Контроль выполнения работы
1.	**1**	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, оформление отчетов по ЛР	6	ПК-1, ПК-5	Опрос на лекции, конспект самоподготовки, отчет по лабораторной работе
2.	**2**	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и лаборатор-	6	ПК-1, ПК-5	Опрос на лекции, конспект самоподготовки, отчет по лабораторной

Согласована на портале № 5990

		ным работам, оформление отчетов по ЛР			работе
3.	**3**	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, оформление отчетов по ЛР	6	ПК-1, ПК-5	Опрос на лекции, конспект самоподготовки, отчет по лабораторной работе
4.	**4**	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, оформление отчетов по ЛР	6	ПК-1, ПК-5	Опрос на лекции, конспект самоподготовки, отчет по лабораторной работе
5.	**5**	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, оформление отчетов по ЛР	6	ПК-1, ПК-5	Опрос на лекции, конспект самоподготовки, отчет по лабораторной работе
6.	**6**	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, оформление отчетов по ЛР	6	ПК-1, ПК-5	Опрос на лекции, конспект самоподготовки, отчет по лабораторной работе
7.	**7**	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, оформление отчетов по ЛР	6	ПК-1, ПК-5	Опрос на лекции, конспект самоподготовки, отчет по лабораторной работе
Итого			**42**		
Темы, выносимые на самостоятельную проработку			**10**		
Всего			**52**		

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ) курсовые работы не предусмотрены

Темы для самостоятельного изучения

№пп	Наименование темы	Часы
1.	Статические и гибридные коммутационные аппараты постоянного и переменного тока. Принципы реализации коммутационной аппаратуры.	2
2.	Импульсные стабилизаторы и импульсные преобразователи постоянного и переменного тока.	2
3.	Виды регуляторов постоянного и переменного напряжения. Электромагнитные управляемые компоненты.	2
4.	Тиристорные инверторы, их виды.	2
5.	Транзисторные реле и контакторы. Тиристорные контакторы.	2

11. Контрольные вопросы

1. Охарактеризовать переходные процессы переключения электрической цепи, состоящей из различного вида соединений активных и реактивных элементов.
2. Пояснить причины возникновения коммутационных перенапряжений и пусковых токов при подключении и отключении реактивных элементов к постоянному и переменному напряжению.
3. Сущность термина «область безопасной работы» силовых коммутаторов.
4. Определение статических потерь мощности в силовом диоде по вольтамперной характеристике диода.
5. Влияние инерционности диода на его функционирование при высокой частоте переключения.
6. Методы повышения быстродействия силовых диодов.
7. Конструкции корпуса силовых диодов и транзисторов.
8. Основное различие биполярных и МОП транзисторов. Преимущества тех и других и недостатки.
9. Сущность и причины инерционности диодов и транзисторов и методы повышения их быстродействия.
10. Зависимость КПД транзисторного ключа от частоты его переключения.

Согласована на портале № 5990

11. Условия перехода тиристора во включенное состояние.
12. Причины невыключения тиристора, пояснить по транзисторной эквивалентной схеме тиристора.
13. Требования, предъявляемые к импульсам управления тиристора и определение их параметров.
14. Сравнение областей применения тиристоров и транзисторов по выходной или преобразуемой мощности.
15. Методы и схемы защиты тиристоров.
16. Изобразить эквивалентную схему тепловых сопротивлений конструкции охлаждения транзистора, диода или тиристора.
17. Пояснить необходимость применения теплоотвода для микросхем процессора.
18. Отличие конструкции силовых полупроводниковых приборов от маломощных информационных приборов.
19. Принципы последовательного и параллельного соединения полупроводниковых приборов.
20. Привести примеры схем модулей силовых ключей и диодных сборок.
21. Тепловые параметры и принципы конструирования силовых модулей.
22. Обеспечение областей безопасной работы транзисторных силовых модулей.
23. Вентиляторы в современных компьютерах.
24. Привести примеры реализации систем управления электронными аппаратами.
25. Основные функции систем управления силовыми электронными аппаратами.
26. Системы защиты силовых электронных аппаратов.
27. Законы изменения длительности при импульсном управлении силовыми электронными аппаратами, обеспечивающие синусоидальную форму выходного напряжения.
28. Диаграмма распределения импульсов управления тиристорами встречно включенных тиристоров в цепи переменного тока и структурную схему системы управления, их реализующую.
29. Схемотехника схем управления в импульсных стабилизаторах и регуляторах постоянного и переменного напряжения.
30. Чем отличаются микропроцессорные реле защиты асинхронного двигателя от перегрузок от теплового реле.
31. Принципы использования микропроцессоров в силовых электронных аппаратах и реализуемые при этом преимущества.
32. Функции, выполняемые микропроцессорами в силовых электронных аппаратах.
33. Виды микроконтроллеров, используемые в силовых электронных устройствах.
34. Применение типовых микроконтроллеров в источниках вторичного электропитания.
35. Отличие статических коммутационных аппаратов от гибридных.
36. Принципы реализации тиристорных контакторов.
37. Контакторы постоянного и переменного тока.
38. Электромагнитные управляемые устройства.
39. IGBT транзисторы, их преимущества и области применения.
40. Принцип выключения тиристора. Области безопасной работы тиристора при высоких токах и напряжениях. Области предпочтительного применения тиристоров.

Согласована на портале № 5990

12. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Таблица 12.1 Балльные оценки для элементов контроля.

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семест-ра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	7	7	7	**21**
Работа и ответ на практическом занятии	9	9	9	**27**
Контрольные работы на практических занятиях	10	9	9	**28**
Лабораторные работы		12	12	**24**
Итого максимум за период:	**26**	**37**	**37**	**100**
Нарастающим итогом	**26**	**63**	**100**	**100**

Таблица 12.2 Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	**Оценка**
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	отлично
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	хорошо
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	удовлетворительно
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	неудовлетворительно

Таблица 12.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	**Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен**	**Оценка (ECTS)**
5 (отлично) (зачтено)	**90 - 100**	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	**85 – 89**	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	**65 – 69**	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	**Ниже 60 баллов**	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 5990

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

12.1 Основная литература

1. А. И. Белоус. Полупроводниковая силовая электроника / А. И. Белоус, С. А. Ефименко, А. С. Турцевич. - М. : Техносфера, 2013. - 216 с. (10 экз. в библ. ТУСУР).
2. Силовая электроника: от простого к сложному. Импульсные источники электропитания. Перспективная элементная база. Основы инженерного проектирования. Практические конструкции. Необходимая информация на виртуальном CD-ROM: настольная книга инженера / Б. Ю. Семенов. - 2-е изд., испр. - М. : Солон-Пресс, 2015. - 416 с. (10 экз. в библ. ТУСУР).

12.2 Дополнительная литература

1. Семенов, Б. Ю. Силовая электроника для любителей и профессионалов / Б. Ю. Семенов. - М. : Солон-Р, 2001. - 327 с. (20 экз. в библ. ТУСУР).
2. Воронин, П.А. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение / П. А. Воронин. - 2-е изд. - М. : ДОДЭКА-XXI, 2005. - 380 с. (16 экз. в библ. ТУСУР).
3. Сукер, Кит. Силовая электроника. Руководство разработчика : Пер. с англ. / К. Сукер ; пер. : А. Н. Рабодзея. - М. : Додэка-XXI, 2007. - 251 с.

12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

Для обеспечения дисциплины используются следующие УМП:

1. Бородин М. В. Выпрямители: Методические указания к лабораторным работам / Бородин М. В., Саликаев Ю. Р. – 2012. – 14 с. [Электронный ресурс] URL: http://edu.tusur.ru/training/publications/2590
2. Кузебных Н. И. Исследование тепловых процессов в трансформаторах питания: Методические указания по выполнению лабораторной работы / Кузебных Н. И. – 2011. – 30 с. [Электронный ресурс] URL: http://edu.tusur.ru/training/publications/342
3. Дробот П.Н. Методические рекомендации по проведению практических занятий и лабораторных работ и по организации самостоятельной работы студентов (с глоссарием) по дисциплине «Силовые электронные устройства» / Дробот П.Н. – 2014 .– 15 с. [Электронный ресурс] URL: http://edu.tusur.ru/training/publications/3965

12.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Poleviki.ru База данных электронных компонентов [Электронный ресурс] URL: http://easyelectronics.ru / (дата обращения 14.05.2016)

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины: Для проведения лекционных занятий необходимо следующее мультимедийное оборудование: проектор, экран, стационарный компьютер или ноутбук. Для проведения лабораторных занятий необходим компьютерный класс (в расчете 1 компьютер на студента), операционная система Windows.

Согласована на портале № 5990

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П. Е. Троян**
«29» 06 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ *ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ*

СИЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА

(наименование учебной дисциплины)

Уровень основной образовательной программы бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление(я) подготовки (специальность) 15.03.06 "Мехатроника и робототехника"
(номер.уровень, полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль(и) «Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике»
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности) из ПООП)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет инновационных технологий (ФИТ
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра «Управление инновациями» (УИ)
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс 3 Семестр 6

Учебный план набора 2013 года и последующих лет.

Зачет семестр 6 Диф. зачет нет семестр

Экзамен нет семестр

Томск (2016)

Согласована на портале № 5990

Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ПК-1	способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники.	Должен знать современное состояние дел в области научных и технических исследований в части создания силовой элементной базы; основные схемотехнические решения устройств силовой электроники; Должен уметь: критически и обоснованно формулировать постановку задачи научного исследования и разработки технических решений; применять современные методы исследования, включая передовые методы программирования и компьютерного моделирования, которые требуются для корректного и наиболее эффективного решения задач по выбору и разработке силовой элементной базы; применять, эксплуатировать и производить выбор преобразователей энергии; разбираться с принципом работы преобразователей энергии; Должен владеть навыками оценки и анализа современной силовой электроники и преобразователей энергии и современными средствами анализа силовых электронных схем и драйверов сопряжения
ПК-5	способностью разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования	

Согласована на портале № 5990

1 Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-1

ПК-1: способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники**.**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 2– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

1. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает физические основы мехатроники, современное состояние дел в области научных и технических исследований в части создания силовой элементной базы; основные схемотехнические решения устройств силовой электроники	Умеет критически и обоснованно формулировать постановку задачи научного исследования и разработки технических решений; применять современные методы исследования, включая передовые методы программирования и компьютерного моделирования, которые требуются для корректного и наиболее эффективного решения задач по выбору и разработке силовой элементной базы; применять, эксплуатировать и производить выбор преобразователей энергии; разбираться с принципом работы преобразователей энергии	Владеет навыками оценки и анализа современной силовой электроники и преобразователей энергии и современными средствами анализа силовых электронных схем и драйверов сопряжения
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия • Групповые консультации;	• Лабораторные работы; • Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов	• Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Выполнение домашнего задания;	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Оформление и защита домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Защита лабораторных работ •

Согласована на портале № 5990

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями мехатроники, знает современное состояние дел в области научных и технических исследований в части создания силовой элементной базы; основные схемотехнические решения устройств силовой электроники	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для –постановки задачи научного исследования и разработки технических решений; – применения современных методов исследования, включая передовые методы программирования и компьютерного моделирования, которые требуются для корректного и наиболее эффективного решения задач по выбору и разработке силовой элементной базы; – производить выбор преобразователей энергии и эксплуатировать их;	Владеет навыками оценки и анализа современной силовой электроники и преобразователей энергии и современными средствами анализа силовых электронных схем и драйверов сопряжения
Хорошо (базовый уровень)	Знает принципы, процессы, общие понятия мехатроники, основные схемотехнические решения устройств силовой электроники	Обладает умениями, требуемыми для –разработки технических решений; – применения современных методов программирования и компьютерного моделирования, которые требуются для корректного решения задач по разработке силовой элементной базы; – умеет эксплуатировать стандартные преобразователи энергии	Берет ответственность за выполнение задач анализа силовых электронных схем и драйверов сопряжения, приспосабливает свое поведение к изменяющимся обстоятельствам в решении этих задач
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями мехатроники и основных схемотехнических решений устройств силовой электроники	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач – разработки технических решений; – применения методов программирования и компьютерного моделирования, которые требуются для решения задач по разработке силовой элементной базы;	Работает при прямом наблюдении за выполнением задач анализа силовых электронных схем и драйверов сопряжения

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Согласована на портале № 5990

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• *анализирует взаимосвязи между научными и техническими исследованиями в области мехатроники;* • *представляет способы и технические основы создания и результаты использования силовой элементной базы; основные схемотехнические решения устройств силовой электроники;* • *обосновывает выбор метода построения мехатронного устройства*	• *свободно применяет методы решения задач научного исследования и разработки технических решений в незнакомых ситуациях;* • *умеет применять современные методы исследования, включая передовые методы программирования и компьютерного моделирования для разработки силовой элементной базы;* • *умеет выбирать стандартные преобразователи энергии и эксплуатировать их*	• *Владеет методологией анализа современной силовой электроники и схем преобразователей энергии;* • *свободно владеет современными программными и техническими средствами анализа силовых электронных схем и драйверов сопряжения*
Хорошо (базовый уровень)	• *понимает связи между научными и техническими исследованиями в области мехатроники;* • *представляет основы создания силовой элементной базы; основные схемотехнические решения устройств силовой электроники;* • *аргументирует выбор метода построения мехатронного устройства;*	• *самостоятельно подбирает методы решения задач научного исследования и разработки технических решений;* • *применяет методы решения задач по программированию и компьютерному моделированию для разработки силовой элементной базы;* • *умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать выбор схем стандартных преобразователей энергии и эксплуатировать их*	• *критически осмысливает задачи анализа силовых электронных схем и драйверов сопряжения;* • *компетентен в различных ситуациях при разработке силовых электронных устройств;*
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• *дает определения основных понятий в области мехатроники;* • *распознает основные схемотехнические решения устройств силовой электроники;*	• *умеет решать простые задачи разработки технических решений;* • *по разработке силовой элементной базы;;* • *умеет представлять результаты своей работы*	• *владеет терминологией силовых электронных схем и драйверов сопряжения;* • *способен корректно представить знания*

Согласована на портале № 5990

2 Компетенция ПК-5

ПК-5: способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 5– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

2. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает методы программирования и компьютерного моделирования для корректного и эффективного решения задач по выбору и разработке силовой элементной базы;	Умеет использовать теоретические знания для программирования и компьютерного моделирования схем силовых электронных устройств	Владеет современными средствами анализа и соответствующим программным обеспечением для схем силовых электронных устройств
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия • Групповые консультации;	• Лабораторные работы; • Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов	• Лабораторные работы; • Курсовой проект
Используемые средства оценивания	• Тест; • Контрольная работа; • Выполнение домашнего задания; • Экзамен	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Оформление и защита домашнего задания; • Конспект самостоятельной работы	• Защита лабораторных работ • Защита курсового проекта, • Экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 5990

и критерии			
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями методов программирования и компьютерного моделирования для корректного и эффективного решения задач по выбору и разработке силовых электронных устройств	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для программирования и компьютерного моделирования схем силовых электронных устройств	Владеет программными средствами анализа схем силовых электронных устройств, контролирует анализ и проводит оценку для его улучшения
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы и общие понятия программирования и компьютерного моделирования для решения задач разработки силовых электронных устройств	Обладает набором умений, требуемыми для программирования и компьютерного моделирования схем силовых электронных устройств	Берет ответственность за решение задач программирования и компьютерного моделирования схем силовых электронных устройств
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми знаниями программирования и моделирования силовых электронных устройств	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач программирования и моделирования силовых электронных устройств	Действует при непосредственном наблюдении при решении простых задач программи–рования и моде–лирования силовых электронных устройств

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• *анализирует взаимосвязи между методами программирования и компьютерного моделирования силовых электронных устройств;* • *представляет способы и результаты использования различных моделей силовых электронных устройств;* • *обосновывает выбор метода моделирования и проект*	• *свободно применяет методы программирования и компьютерного моделирования силовых электронных устройств в незнакомых ситуациях;* • *умеет теоретически выражать и аргументированно доказывать выбор мо–дели силовых*	• *способен руководить междисциплинарной командой проекта разработки силовых электронных устройств;* • *свободно владеет различными методиками представления технической информации в графической и математической форме*

Согласована на портале № 5990

	решения задачи	*электронных устройств*	
Хорошо (базовый уровень)	• *понимает взаимосвязи между методами программирования и компьютерного моделирования силовых электронных устройств;* • *имеет представление о способах и результатах использования различных моделей силовых электронных устройств;* • *обосновывает выбор метода моделирования и проект решения задачи;*	• *самостоятельно подбирает методы программирования и компьютерного моделирования силовых электронных устройств;* • *применяет эти методы в незнакомых ситуациях;* • *умеет корректно выражать и аргументировано обосновывать выбор этих методов*	• *критически осмысливает проект разработки силовых электронных устройств;* • *компетентен в различных ситуациях этого проекта;* • *владеет способами представления технической информации*
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• *знает основные методы решения типовых задач программирования и компьютерного моделирования силовых электронных устройств;*	• *умеет программиро–вать и моделировать схемы силовых электронных устройств;* • *умеет представлять результаты своей работы*	• *владеет терминологией программирования и компьютерного моделирования проекта разработки силовых электронных устройств;* • *способен корректно представить результать проектирования*

2 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

– типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

Контрольная работа:

1. Активные и пассивные компоненты силовых электронных устройств

2. Микропроцессоры и системы управления в силовых электронных аппаратах.

Выполнение домашнего задания: *перечислить темы домашних заданий.*

Темы лабораторных работ:

Согласована на портале № 5990

1. Разработать схему однополупериодного высокочастотного выпрямителя, сделать макет и произвести его статические испытания по определению нагрузочных характеристик. Произвести осциллографирование процессов работы выпрямителя при различных частотах переменного напряжения.
2. Разработать схемы импульсных ключей на биполярном и МОП транзисторах. Определить статические и динамические режимы их работы. Сделать соответствующие выводы.
3. Разработать схему тиристорного ключа. Исследовать характеристики схемы и проверить их на соответствие с известными уравнениями.
4. Рассмотреть различные конструкции трансформаторов и дросселей и выполнить их критический анализ.
5. Измерить паразитные параметры резисторов, конденсаторов и индуктивностей. Определить методы снижения их негативного влияния на работу силовых устройств при высоких частотах преобразования.
6. Рассмотреть схемы и конструкции различных силовых электронных ключей. Оценить оптимальность выбранной конструкции с точки зрения отвода тепла.
7. Изучить принцип действия схем ключей и определить параметры управляющих сигналов.

Темы для самостоятельной работы:

1. Статические и гибридные коммутационные аппараты постоянного и переменного тока. Принципы реализации коммутационной аппаратуры.
2. Импульсные стабилизаторы и импульсные преобразователи постоянного и переменного тока.
3. Виды регуляторов постоянного и переменного напряжения. Электромагнитные управляемые компоненты.
4. Тиристорные инверторы, их виды.
5. Транзисторные реле и контакторы. Тиристорные контакторы.

Темы курсового проекта: *не предусмотрен*

Контрольные вопросы:

41. Охарактеризовать переходные процессы переключения электрической цепи, состоящей из различного вида соединений активных и реактивных элементов.

42. Пояснить причины возникновения коммутационных перенапряжений и пусковых токов при подключении и отключении реактивных элементов к постоянному и переменному напряжению.

43. Сущность термина «область безопасной работы» силовых коммутаторов.

44. Определение статических потерь мощности в силовом диоде по вольтамперной характеристике диода.

Согласована на портале № 5990

45. Влияние инерционности диода на его функционирование при высокой частоте переключения.
46. Методы повышения быстродействия силовых диодов.
47. Конструкции корпуса силовых диодов и транзисторов.
48. Основное различие биполярных и МОП транзисторов. Преимущества тех и других и недостатки.
49. Сущность и причины инерционности диодов и транзисторов и методы повышения их быстродействия.
50. Зависимость КПД транзисторного ключа от частоты его переключения.
51. Условия перехода тиристора во включенное состояние.
52. Причины невыключения тиристора, пояснить по транзисторной эквивалентной схеме тиристора.
53. Требования, предъявляемые к импульсам управления тиристора и определение их параметров.
54. Сравнение областей применения тиристоров и транзисторов по выходной или преобразуемой мощности.
55. Методы и схемы защиты тиристоров.
56. Изобразить эквивалентную схему тепловых сопротивлений конструкции охлаждения транзистора, диода или тиристора.
57. Пояснить необходимость применения теплоотвода для микросхем процессора.
58. Отличие конструкции силовых полупроводниковых приборов от маломощных информационных приборов.
59. Принципы последовательного и параллельного соединения полупроводниковых приборов.
60. Привести примеры схем модулей силовых ключей и диодных сборок.
61. Тепловые параметры и принципы конструирования силовых модулей.
62. Обеспечение областей безопасной работы транзисторных силовых модулей.
63. Вентиляторы в современных компьютерах.
64. Привести примеры реализации систем управления электронными аппаратами.
65. Основные функции систем управления силовыми электронными аппаратами.
66. Системы защиты силовых электронных аппаратов.
67. Законы изменения длительности при импульсном управлении силовыми электронными аппаратами, обеспечивающие синусоидальную форму выходного напряжения.
68. Диаграмма распределения импульсов управления тиристорами встречно включенных тиристоров в цепи переменного тока и структурную схему системы

Согласована на портале № 5990

управления, их реализующую.

69. Схемотехника схем управления в импульсных стабилизаторах и регуляторах постоянного и переменного напряжения.

70. Чем отличаются микропроцессорные реле защиты асинхронного двигателя от перегрузок от теплового реле.

71. Принципы использования микропроцессоров в силовых электронных аппаратах и реализуемые при этом преимущества.

72. Функции, выполняемые микропроцессорами в силовых электронных аппаратах.

73. Виды микроконтроллеров, используемые в силовых электронных устройствах.

74. Применение типовых микроконтроллеров в источниках вторичного электропитания.

75. Отличие статических коммутационных аппаратов от гибридных.

76. Принципы реализации тиристорных контакторов.

77. Контакторы постоянного и переменного тока.

78. Электромагнитные управляемые устройства.

79. IGBT транзисторы, их преимущества и области применения.

80. Принцип выключения тиристора. Области безопасной работы тиристора при высоких токах и напряжениях. Области предпочтительного применения тиристоров.

3 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

Методические материалы:

1. Дробот П.Н. Методические рекомендации по проведению практических занятий и лабораторных работ и по организации самостоятельной работы студентов (с глоссарием) по дисциплине «Силовые электронные устройства» / Дробот П.Н. – 2014 .– 15 с. [Электронный ресурс] URL: http://edu.tusur.ru/training/publications/3965 (дата обращения 23.05.2016)

2. Бородин М. В. Выпрямители: Методические указания к лабораторным работам / Бородин М. В., Саликаев Ю. Р. – 2012. – 14 с. [Электронный ресурс] URL: http://edu.tusur.ru/training/publications/2590 (дата обращения 23.05.2016)

3. Кузебных Н. И. Исследование тепловых процессов в трансформаторах питания: Методические указания по выполнению лабораторной работы / Кузебных Н. И. – 2011. – 30 с. [Электронный ресурс] URL: http://edu.tusur.ru/training/publications/342 (дата обращения 23.05.2016)

Согласована на портале № 5990

Список использованной литературы

1. Федеральный закон от 29.12.2012 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: http://www.tusur.ru/ru/education/documents/federal/ 31.12.2014.500.rtf (дата обращения 29.02.2016).

2. Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры. Приказ Минобрнауки России от 19 декабря 2013 г. N 1367 (в редакции от 15.01.2016) [Электронный ресурс]. URL: http://www.tusur.ru/ru/education/documents/federal/1367.rtf (дата обращения 29.02.2016)

3. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (ФГОС ВО), утвержденные и введенные в действие. [Электронный ресурс]. URL: http://www.tusur.ru/ru/education/documents/federal/#13 (дата обращения 14.03.2016).

4. Устав ТУСУРа. Действующая редакция. [Электронный ресурс]. URL: http://www.tusur.ru/export/sites/ru.tusur.new/ru/education/documents/inside/basic/2.1.pdf (дата обращения 14.03.2016).

Согласована на портале № 5990