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
_____ Л. А. Боков
«8» 08 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Импульсно-модуляционные системы

Уровень основной образовательной программы- магистратура
Направление подготовки 11.04.04 - Электроника и наноэлектроника
Магистерская программа - «Промышленная электроника и микропроцессорная техника»
Форма обучения очная
Факультет Электронной техники (ФЭТ)
Кафедра Промышленной электроники (ПрЭ)
Курс 1 Семестр 2

Учебный план набора 2015 года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

№	Вид учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Всего	Единицы
1.	Лекции		24			24	часов
2.	Лабораторные работы		16			16	часов
3.	Практические занятия		16			16	часов
4.	Курсовая работа (ауд.)		8			8	часов
5.	Всего аудиторных занятий		64			64	часов
6.	Из них в интерактивной форме		26			26	часов
7.	Самостоятельная работа студентов		80			80	часов
8.	Всего		144			144	часов
9.	Самост. работа на подгот., сдачу экз.		36			36	часов
10.	Общая трудоемкость		180			180	часов
	(в зачетных единицах)		5			5	ЗЕТ

Экзамен 2 семестр

Дифзачет 2 семестр

Томск 2015

Согласована на портале № 6775

протокол № 33 от « 30 » 6 20 15 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВО) по направлению 11.04.04 -Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30.10.2014г., приказ №1407. Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « 30 » июня 2015 г., протокол № 33 .

Разработчик
профессор каф. ПрЭ _____ В.Д. Семенов

Зав. кафедрой ПрЭ,
профессор _____ С.Г. Михальченко

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами специальности

Декан ФЭТ, доцент _____ А.И. Воронин

Зав. профилирующей
кафедрой ПрЭ, профессор _____ С.Г. Михальченко

Зав. выпускающей
кафедрой ПрЭ, профессор _____ С.Г. Михальченко

Эксперты:

Председатель методической
комиссии ФЭТ, доцент _____ И.А. Чистоедова

Зам. зав. кафедрой ПрЭ
по методической работе, профессор _____ Н.С. Легостаев

Согласована на портале № 6775

1. Цели и задачи дисциплины.

Целью изучения дисциплины «Импульсно-модуляционные системы» является ознакомление с областью науки и техники, ориентированной на создание и эксплуатацию импульсно-модуляционных систем в силовой и информационной электронике. Целью изучения в практическом плане является применение полученных знаний при расчете, проектировании, исследовании и эксплуатации импульсных систем в промышленной и бытовой электронике.

Задача изучения дисциплины «Импульсно-модуляционные системы» состоит в приобретении, расширении и углублении студентом знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для успешного решения профессиональных задач в следующих видах деятельности: научно-исследовательской, проектно-конструкторской, научно-педагогической.

При осуществлении научно-исследовательской деятельности студент должен уметь анализировать научно-техническую литературу и конкретные ИМС, производить их математическое описание, строить их адекватные модели в средах программирования MahtCad, MahtLab; разрабатывать новые силовые цепи ИМС, методы и схемы управления ими; производить экспериментальные исследования ИМС на их моделях и физических образцах.

При осуществлении проектно-конструкторской деятельности студент должен уметь производить расчеты ИМС, формулировать требования к их конструктивному исполнению; разрабатывать и реализовывать алгоритмы управления ИМС и осуществлять их монтаж и запуск в экспериментальных и производственных условиях.

При осуществлении научно-педагогической деятельности студент должен уметь проводить лекционные, практические и лабораторные занятия по ИМС; уметь донести до аудитории теорию ИМС, практические схемы, их расчеты, оценки, характеристики; уметь практически работать с современными ИМС; уметь осуществлять контроль качества усвоения учебного материала.

2.Место дисциплины в структуре ООП.

Дисциплина «Импульсно-модуляционные системы» относится к дисциплинам вариативной части блока Б.1 направления 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» и входит в модуль «Интеллектуальная силовая электроника».

Для изучения дисциплины «Импульсно-модуляционные системы» необходимы следующие компетенции магистранта, в том числе приобретенные по программе бакалавриата и специалитета:

- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный уровень;
- способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников;
- способность владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей;
- умение использовать компьютерные технологии для решения математических и физических задач, а также при поиске информации;
- способность владеть иностранным языком в объеме, необходимом для получения информации из зарубежных источников, а также умение делать технические переводы;
- способность понимать основные проблемы в области промышленной электроники.

Дисциплины, которые являются предшествующими (в том числе из программ бакалавриата и специалитета) для формирования знаний, умений и навыков студентов:

- высшая математика (алгебра, геометрия, математический анализ, включая ряды и интеграл Фурье, обыкновенные дифференциальные уравнения);
- физика (электромагнетизм);
- информационные технологии;
- цифровая и микропроцессорная техника;
- теоретические основы электротехники,
- теория автоматического управления;
- математическое моделирование и программирование;
- методы анализа и расчета электронных схем;

Согласована на портале № 6775

- основы преобразовательной техники;
- энергетическая электроника;
- полупроводниковые ключи в силовых схемах.

Дисциплины, для которых изучение данной дисциплины является предшествующим:

- Силовые цепи устройств энергетической электроники;
- Робототехника;
- САПР электронных схем;
- Научно-исследовательская работа.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

После освоения дисциплины «Импульсно-модуляционные системы» выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Общекультурными:

- **ОК-4** (Способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности).

Общепрофессиональными:

- **ОПК-1** (Способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения).
- **ОПК-2** (Способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры);
- **ОПК-4** (Способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области);

Профессиональными:

- **ПК-6** (Способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников);
- **ПК-7** (Готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ);
- **ПК-8** (Способностью проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований).

Профессионально-специализированные компетенции:

- **ПСК-1** (Способностью самостоятельно разрабатывать модели исследуемых процессов, электронной элементной базы, приборов и устройств электронной техники).

В результате изучения дисциплины студент должен:

З**нать:** Что такое импульсная модуляция (ИМ). Вид и род ИМ (АИМ, ШИМ, ЧИМ, МИМ). Способы применения ИМ в системах преобразования информации и электрической энергии.

Уметь. Обосновать выбор и реализовать ИМ в транзисторных преобразователях электрической энергии.

Владеть: Математическими методами обработки сигналов, методами расчета параметров и характеристик ИМС. Методами построения математических и физических моделей ИМС и методами их исследования.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего), в том числе:	64		64		
Лекции	24		24		
Лабораторные работы	16		16		
Практические занятия (ПЗ)	16		16		
Работа над курсовым проектом (КП)	8		8		

Согласована на портале № 6775

Самостоятельная работа (всего), в том числе:	80		80		
Подготовка к контрольной работе №1	2		2		
Подготовка к контрольной работе №2	2		2		
Подготовка к контрольной работе №3	2		2		
Тренировка по решению задач на электронном тренажере	2		2		
Подготовка к лабораторным работам	4		4		
Выполнение индивидуального задания №1	8		8		
Выполнение индивидуального задания №2	8		8		
Работа над рефератом	8		8		
Работа над курсовым проектом	40		40		
Подготовка к защите и защита КП	4		4		
Подготовка и сдача экзамена	36		36		
Общая трудоемкость	180		180		
Зачетные Единицы Трудоемкости	5		5		

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаб. раб.	Практ. занятия	Кур. пр.	СРС	Всего час.	Формируемые компетенции
1	Общие свойства импульсных систем.	4		2	-	10	16	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
2	Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и ее свойства.	4	4	4	2	20	34	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
3	Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ) и ее свойства.	4	4	2	2	20	32	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
4	Многозонная импульсная модуляция (МИМ).	4	8	4	2	10	28	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
5	Прохождение сигналов с импульсной модуляцией через фильтрующие цепи.	4		2	1	10	17	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
6	Замкнутые импульсные системы.	4		2	1	10	17	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
	Всего	24	16	16	8	80	144	

Согласована на портале № 6775

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ОПК, ПК, ПСК)
1.	Общие свойства импульсных систем.	Краткая историческая справка об импульсных системах и перспективах их развития. Понятие о системах с импульсной модуляцией. Классификация импульсных систем. Теорема Котельникова В.А. Критерии оценки качества систем формирования и воспроизведения сигналов с импульсной модуляцией. Спектральный метод. Понятие ортогональных функций. Коэффициенты ряда Фурье. Интеграл Фурье. Равенство Парсеваля. Амплитудно-частотный и фазо-частотный спектры периодической последовательности прямоугольных импульсов. Амплитудно-частотный и фазо-частотный спектры периодической последовательности прямоугольных импульсов. Краткие сведения о разрывных функциях. Уравнения модуляторов в базисе разрывных функций.	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
2.	Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и ее свойства.	Разновидности ШИМ. Спектр сигнала с ШИМ при большой кратности квантования. Понятие комбинационной гармоники. Дробная кратность. Понятие субгармоники. Малая кратность квантования. Номограммы спектров при малой кратности квантования.	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
3	Ампитудно- импульсная модуляция (АИМ) и ее свойства.	Разновидности АИМ. Спектральные характеристики. Понятие боковой гармоники. Интегральные характеристики напряжения с АИМ-3. Улучшение спектрального состава при формировании напряжения с АИМ-3. Применение функций Уолша для реализации сложных законов модуляции.	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
4	Многозонная импульсная модуляция (МИМ).	Основные понятия и разновидности МИМ. Модели сигналов с МИМ в базисе разрывных функций. Особенности спектрального состава сигналов с МИМ. Характеристики воспроизведения типовых сигналов. Применение МИМ в системах переменного тока. Идеальный преобразователь с МИМ и его характеристики.	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
5	Прохождение сигналов с импульсной модуляцией через фильтрующие цепи.	Понятие об идеальной фильтрующей цепи. Реакция идеального фильтра на Дельта-импульс и ступенчатое воздействие. Основные соотношения. Критерий физической реализуемости фильтрующей цепи. Теорема Пейли-Винера. Аппроксимация АЧХ. Фильтры Баттерворда, Чебышева. Синтез фильтров.	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
6	Замкнутые импульсные системы.	Основные понятия. Линейные и нелинейные импульсные системы. Устойчивость «в малом», «в большом», «в целом». Абсолютная устойчивость.	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1

Согласована на портале № 6775

		Методы исследования нелинейных импульсных систем. Типы периодических режимов в замкнутых импульсных системах. Устойчивость по Ляпунову. Понятие о собственной частоте. Ветвление режимов. Мягкое и жесткое возбуждение режимов.		
		Всего	24	

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин.					
		1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины из программы бакалавра							
1	Высшая математика (алгебра, геометрия, математический анализ, включая ряды и интеграл Фурье, обыкновенные дифференциальные уравнения);	+	+	+	+	+	+
2	Физика (электромагнетизм);	+				+	
3	Информационные технологии;		+	+	+		
4	Цифровая и микропроцессорная техника;		+	+	+		
5	Теоретические основы электротехники	+					
6	Теория автоматического управления	+				+	+
7	Математическое моделирование и программирование		+	+	+	+	+
8	Методы анализа и расчета электронных схем	+	+	+	+	+	+
9	Основы преобразовательной техники (ОПТ)		+	+	+		
10	Энергетическая электроника		+	+	+		
11	Полупроводниковые ключи в силовых схемах		+	+	+		
Последующие дисциплины программы магистра							
1	Силовые цепи устройств энергетической электроники		+	+	+		
2	Робототехника;		+				
3	САПР электронных схем		+	+	+	+	+
4	Научно-исследовательская работа	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 6775

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

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля
	Л	Лаб.	Пр.	КР/КП	СРС	
ОК-4	+	+	+	+	+	Тесты на лекциях, контрольные работы на практических занятиях, практическая демонстрация умения работать с приборами и отчеты по лабораторным работам, а также их защита, отчеты по индивидуальным заданиям и практическая демонстрация умения работать с моделью, оценка реферата и презентации по его выполнению. Проверка и оценка курсового проекта. (Оценка способности студента адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности)
ОПК-1	+	+	+	+	+	Тесты на лекциях, контрольные работы на практических занятиях, практическая демонстрация умения работать с приборами и отчеты по лабораторным работам, а также их защита, отчеты по индивидуальным заданиям и практическая демонстрация умения работать с моделью, оценка реферата и презентации по его выполнению. Проверка и оценка курсового проекта. (Оценка способности студента понимать основные проблемы импульсно-модуляционных систем (ИМС), выбирать методы и средства их решения)
ОПК-2		+	+	+	+	Контрольные работы на практических занятиях, практическая демонстрация умения работать с приборами и отчеты по лабораторным работам, а также их защита, отчеты по индивидуальным заданиям и практическая демонстрация умения работать с моделью, оценка реферата и презентации по его выполнению. Проверка и оценка курсового проекта. (Оценка способности студента использовать результаты освоения дисциплины ИМС при решении практических задач, проведении ЛР и выполнении ИЗ и КП)
ОПК-4		+	+	+	+	Тесты на лекциях, контрольные работы на практических занятиях, практическая демонстрация умения работать с приборами и отчеты по лабораторным работам, а также их защита, отчеты по индивидуальным заданиям и практическая демонстрация умения работать с моделью, оценка реферата и

Согласована на портале № 6775

						презентации по его выполнению. Проверка и оценка курсового проекта. (Оценка способности студента самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области ИМС)
ПК-6	+		+	+	+	Тесты на лекциях, контрольные работы на практических занятиях, отчеты по индивидуальным заданиям и практическая демонстрация умения работать с моделью, оценка реферата и презентации по его выполнению. Проверка и оценка курсового проекта. (Оценка способности студента анализировать состояние научно-технической проблемы в ИМС путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников)
ПК-7	+		+	+	+	Тесты на лекциях, контрольные работы на практических занятиях, отчеты по индивидуальным заданиям и практическая демонстрация умения работать с моделью, оценка реферата и презентации по его выполнению. Проверка и оценка курсового проекта. (Оценка готовности студента определять цели, осуществлять постановку задач проектирования схем и устройств ИМС различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ по этим схемам и устройствам ИМС)
ПК-8			+	+	+	Контрольные работы на практических занятиях, отчеты по индивидуальным заданиям и практическая демонстрация умения работать с моделью, оценка реферата и презентации по его выполнению. Проверка и оценка курсового проекта. (Оценка способности студента проектировать устройства, приборы и системы электронной техники в области ИМС с учетом заданных требований)
ПСК-1	+	+	+	+	+	Тесты на лекциях, контрольные работы на практических занятиях, практическая демонстрация умения работать с приборами и отчеты по лабораторным работам, а также их защита, отчеты по индивидуальным заданиям и практическая демонстрация умения работать с моделью, оценка реферата и презентации по его выполнению. Проверка и оценка курсового проекта. (Оценка способности студента самостоятельно разрабатывать модели исследуемых процессов, электронной элементной базы, приборов и устройств электронной техники в области ИМС)

Согласована на портале № 6775

Л – лекция, Лаб.- лабораторная работа. Пр. – практические занятия, СРС – самостоятельная работа студента, КР/КП – курсовая работа/проект.

6. Методы и формы организации обучения. Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах.

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения.

Формы *Методы*	*Лекции (час.)*	*Практическое занятия (час.)*	*Лабораторная работа (час.)*	*СРС (час.)*	*Всего*
IT-методы (установка бесплатного программного обеспечения Switcher CAD III/LTSpise IV для построения моделей преобразователей по ИЗ №1 и №2; импортирование моделей реальных силовых диодов и транзисторов с использованием библиотеки Spice моделей компонентов в модель преобразователя; знакомство с сайтами отечественных и зарубежных фирм – изготовителей электронных компонентов.).	5	4		3	12
Работа в команде (выполнение и защита лабораторных работ с распределением игровых ролей руководителя проекта и исполнителей)			8		8
Взаимное тестирование (тестирование по заданной теме одного студента другим под контролем преподавателя)	5				5
Разработка контрольных вопросов к заданной теме для взаимного тестирования		4			4
Дискуссия по теме рефератов (в виде научно-технической конференции, с присуждением призовых мест «За лучший доклад»)				3	3
Итого интерактивных занятий	10	8	8	6	32

7. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Компетенции (ОК, ОПК, ПК, ПСК)
1.	2	Исследование однофазного транзисторного преобразователя с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ)	4	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПСК-1
2.	3	Исследование однофазного транзисторного преобразователя с амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ)	4	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПСК-1

Согласована на портале № 6775

3.	4	Исследование транзисторного преобразователя с многозонной импульсной модуляцией (МИМ) первого рода	4	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПСК-1
4.	4	Исследование транзисторного преобразователя с многозонной импульсной многофазной модуляцией (МИМФ)	4	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПСК-1
5	-	Всего	16	

8. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)	Компетенции (ОК, ОПК, ПК, ПСК)
1.	1	Примеры конкретных ИМС и решение задач по темам: Понятие импульсных систем. Квантование по времени и по уровню. Теорема Котельникова В.А. Критерии оценки качества систем формирования и воспроизведения сигналов с импульсной модуляцией. Спектральный метод исследования ИМС. Понятие ортогональных функций. Коэффициенты ряда Фурье. Интеграл Фурье. Равенство Парсеваля. Амплитудно-частотный и фазо-частотный спектры периодической последовательности прямоугольных импульсов. Краткие сведения о разрывных функциях. Уравнения модуляторов в базисе разрывных функций. Контрольная работа №1.Решение задач по темам, указанным в п.1.	2	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
2.	2	Выдача индивидуальных заданий №1 «Формирование и анализ импульсных последовательностей». Примеры конкретных ИМС с ШИМ и решение задач по темам: Реализация ШИМ (ОНМ, ОРМ, ДРМ) в силовых цепях с транзисторными ключами. Представление импульсных процессов разрывными функциями. Уравнения ШИМ-модуляторов в базисе разрывных функций. Спектры сигналов ШИМ-1, ШИМ-2, ШИМ-3. ШИМ при большой и малой кратностях квантования.	4	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
3.	3	Примеры конкретных ИМС с АИМ и решение задач по темам: Реализация АИМ (ОНМ, ОРМ, ДРМ) в силовых цепях с транзисторными ключами. Представление импульсных процессов разрывными функциями. Уравнения АИМ-модуляторов в базисе разрывных функций. Спектры сигналов АИМ-1, АИМ-2, АИМ-3. Применение функций Уолша для реализации	2	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1

Согласована на портале № 6775

		сложных законов модуляции. Контрольная работа №2. Решение задач по темам, указанным в п.2 и3.		
4	4	Выдача индивидуальных заданий №2 «Прохождение импульсных сигналов через фильтры». Примеры конкретных ИМС с МИМ и решение задач по темам: Реализация МИМ (АШИМ, ММФ, МИМ-Ц) в силовых цепях с транзисторными ключами. Представление импульсных процессов разрывными функциями. Уравнения МИМ-модуляторов в базисе разрывных функций. Спектральный состав сигналов с МИМ. Идеальный преобразователь переменного напряжения в постоянное напряжение, при $N \to \infty$ Контрольная работа №3. Решение задач по темам, указанным в п.4.	4	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
5	5	Выдача индивидуальных тем рефератов по разделам 5,6. Понятие об идеальной фильтрующей цепи. Реакция идеального фильтра на Дельта-импульс и ступенчатое воздействие. Основные соотношения. Критерий физической реализуемости фильтрующей цепи. Теорема Пейли-Винера. Аппроксимация АЧХ. Фильтры Баттерворда, Чебышева. Синтез фильтров.	2	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
6.	6	Методы исследования нелинейных импульсных систем. Типы периодических режимов в замкнутых импульсных системах. Устойчивость по Ляпунову. Модальное управление. Общие понятия. Биноминальные стандартные формы. Стандартные формы Баттерворта. Стандартные формы по критерию I_{min}. Стабилизатор с ШИМ-2 при модальном управлении.	2	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
		Всего	16	

9. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Виды самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоемкость (час.)	Компетенции (ОК, ОПК, ПК, ПСК)	Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом.задание, и т.д)
1	1-4	Подготовка к контрольным работам (КР): Контрольная работа №1. Решение задач по темам: общие свойства импульсных систем, критерии оценки качества сигналов, периодическая последовательность импульсов. Контрольная работа №2. Решение задач по темам: широтно-	6	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4.	Проверка КР. Оценка качества КР

Согласована на портале № 6775

		импульсная и амплитудно-импульсная модуляции. Контрольная работа №3. Решение задач по теме: многозонная импульсная модуляция.			
2	1-4	Подготовка к решению задач по темам КР №1 – КР №3 на электронном тренажере с автоматизированной системой ответов и оценок.	2	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4.	Экспресс ответы на тренажере в присутствии преподавателя
3	2-4	Подготовка к лабораторным работам (ЛР) и оформление отчетов	4	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4,	Допуск к ЛР. Защита отчетов.
4	2-4	Выполнение ИЗ №1 по теме: "Формирование и анализ импульсных последовательностей ".	8	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1	Проверка ИЗ. Защита отчета.
5	5	Выполнение ИЗ № 2 " Прохождение импульсных сигналов через фильтры ".	8	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1	Проверка ИЗ. Защита отчета.
6	5,6	Подготовка реферата	8	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1	Проверка и оценка реферата
7	1-6	Выполнение курсового проекта	40	ОК-2 ПК-1 ПК-5 ПК-16 ПК-18 ПСК-2	Пояснительная записка, действующие математические (схемные) модели
8	1-6	Подготовка к защите и защита курсового проекта	4	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1	Защита КП и ее оценка

Согласована на портале № 6775

9	1-6	Подготовка и сдача экзамена	36	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1	Оценка на экзамене
		Всего	80		

10. Курсовое проектирование

10.1. Примерная темы курсовых проектов

10.1.1. Стабилизированный транзисторный преобразователь с ШИМ, варианты с ШИМ-1, ШИМ-2, ШИМ-3, варианты по мощности (5 вар.) и по выходному напряжению (току) (5 вар.).

10.1.2. Стабилизированный транзисторный преобразователь с АИМ, варианты с АИМ-1, АИМ-2, АИМ-3, варианты по мощности (5 вар.) и по выходному напряжению (току) (5 вар.).

10.1.3. Стабилизированный транзисторный преобразователь с МИМ, варианты с МИМ-1, МИМ-2, МИМ-Ф, варианты по мощности (5 вар.) и по выходному напряжению (току) (5 вар.).

В процессе работы над курсовым проектом студент должен развить и приобрести следующие компетенции: ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1

10.2. Содержание курсового проекта

Тематика аудиторных занятий посвящена формулировкам требований к различным разделам курсового проекта и практическим примерам их выполнения.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика аудиторных занятий по курсовому проекту	Трудоемкость (час.)	Компетенции (ОК, ОПК, ПК, ПСК)
1		Получение задания на курсовой проект. Формулировка требований к разделу: Техническое задание на курсовой проект и его анализ. Изучение отечественного и зарубежного опыта по научно-техническим изданиям и патентной литературе. Практические примеры.	1	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6
2		Формулировка требований к разделу: Постановка задачи проектирования. Разработка схемы электрической функциональной заданного преобразователя. Выбор и обоснование принятых алгоритмов управления. Описание принципа работы преобразователя по функциональной схеме. Практические примеры.	1	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
3		Формулировка требований к разделу: Разработка схемы электрической принципиальной силовой части заданного преобразователя. Расчет и выбор основных элементов силовой части преобразователя.	1	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1

Согласована на портале № 6775

		Разработка математической модели преобразователя в среде MathCAD, MatLab. Практические примеры.		
4		Первое контрольное собеседование.	1	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
5		Формулировка требований к разделу: Разработка схемы электрической принципиальной схемы управления преобразователем. Расчет и выбор основных элементов схемы управления преобразователем. Уточненное проектирование. Практические примеры.	1	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
6		Формулировка требований к разделу: Расчет на математической модели энергетических и статических регулировочных характеристик преобразователя (гармонического состава напряжений или токов, коэффициента гармоник выходного напряжения до фильтра и после, коэффициента среднеквадратического отклонения до фильтра и после, коэффициента мощности для потребляемого от сети тока). Практические примеры.	1	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
7		Формулировка требований к разделу: Исследование динамических свойств преобразователя на математической модели (переходного процесса, быстродействия, запасов устойчивости). Оформление пояснительной записки и графических материалов. Защита КП на комиссии. Практические примеры.	1	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
8		Второе контрольное собеседование.	1	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1
9		Всего	8	

10.3. Самостоятельная работа над курсовым проектом

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоемкость (час.)	Компетенции (ОК, ОПК, ПК, ПСК)	Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом. задание, и т.д.)
1.	1-6	Разработка технического задания на курсовой проект и его анализ. Изучение отечественного и зарубежного опыта по научно-техническим изданиям и патентной литературе.	4	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6	Проверка и подписание ТЗ, оценка обзора литературы.
2	1-6	Постановка задачи проектирования. Разработка схемы электрической функциональной заданного преобразователя. Выбор и обоснование принятых алгоритмов управления. Описание принципа работы преобразователя по функцио-	4	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7,	Проверка и оценка схемы функциональной и алгоритма управления при первом контрольном собеседовании

Согласована на портале № 6775

		нальной схеме.		ПК-8, ПСК-1	
3	1-6	Разработка схемы электрической принципиальной силовой части заданного преобразователя. Расчет и выбор основных элементов силовой части преобразователя. Разработка математической модели преобразователя в среде MathCAD, MatLab.	6	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1	Проверка и оценка схемы электрической принципиальной силовой части преобразователя при первом контрольном собеседовании
4	1-6	Разработка схемы электрической принципиальной схемы управления преобразователем. Расчет и выбор основных элементов схемы управления преобразователем. Уточненное проектирование.	8	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1	Проверка и оценка схемы электрической принципиальной системы управления при втором контрольном собеседовании
5	1-6	Расчет на математической модели энергетических и статических регулировочных характеристик преобразователя (гармонического состава напряжений или токов, коэффициента гармоник выходного напряжения до фильтра и после, коэффициента среднеквадратического отклонения до фильтра и после, коэффициента мощности для потребляемого от сети тока).	6	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1	Проверка действующей модели преобразователя в среде MatLab. Оценка результатов исследования модели при втором контрольном собеседовании.
6	1-6	Исследование динамических свойств преобразователя на математической модели (переходного процесса, быстродействия, запасов устойчивости).	8	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1	Проверка действующей модели преобразователя. Оценка результатов ее исследования при защите КП.
7	1-6	Оформление пояснительной записки и графических материалов. Подготовка презентации курсового проекта.	4	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1	Оценка пояснительной записки и презентации при защите КП.
8	1-6	Подготовка к защите и защита КП на комиссии.	4	ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1	Оценка КП и его защиты.
		Всего	44		

Согласована на портале № 6775

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Рейтинговая система для оценки результатов изучения дисциплины

Балльные оценки для элементов контроля дисциплины выставляются в соответствии с таблицей 11.1.

Таблица 11.1 Балльные оценки для элементов контроля дисциплины.

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего баллов за семестр
1. Посещение занятий	2	2	1	**5**
2. Выполнение индивидуальных заданий	3	3	4	**10**
3. Решение задач на электронном тренажере	2	2	1	**5**
4. Выполнение контрольных работ на практических занятиях	5	5	5	**15**
5. Выполнение и защита лабораторных работ	5	5	10	**20**
6. Подготовка реферата выступление по теме реферата	-	5	5	**10**
7. Компонент своевременности	2	2	1	**5**
Итого максимум за период:	**19**	**24**	**27**	**70**
8. Сдача экзамена (максимум)				**30**
Нарастающим итогом	**19**	**43**	**70**	**100**

Экзаменационный билет содержит три вопроса: два вопроса теоретические и один практический (задача). Ответы на каждый из трех вопросов оцениваются максимум десятью баллами. При суммарной оценке менее 18 баллов экзамен считается не сданным.

11.2. Рейтинговая система для оценки курсового проекта

Балльные оценки для элементов контроля курсового проекта выставляются в соответствии с таблицей 11.3.

Таблица 11.3 Балльные оценки для элементов контроля курсового проекта.

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
1. Разработка технического задания на курсовой проект и его анализ. Изучение отечественного и зарубежного опыта по научно-техническим изданиям и патентной литерату-	5			**5**

Согласована на портале № 6775

ре.				
2. Постановка задачи проектирования. Разработка схемы электрической функциональной заданного преобразователя. Выбор и обоснование принятых алгоритмов управления. Описание принципа работы преобразователя по функциональной схеме.	5			**5**
3. Разработка схемы электрической принципиальной силовой части заданного преобразователя. Расчет и выбор основных элементов силовой части преобразователя. Разработка математической модели преобразователя в среде MathCAD, MatLab. Первое контрольное собеседование	10			**10**
4. Разработка схемы электрической принципиальной схемы управления преобразователем. Расчет и выбор основных элементов схемы управления преобразователем. Уточненное проектирование.		10		**10**
5. Расчет на математической модели энергетических и статических регулировочных характеристик преобразователя (гармонического состава напряжений или токов, коэффициента гармоник выходного напряжения до фильтра и после, коэффициента среднеквадратического отклонения до фильтра и после, коэффициента мощности для потребляемого от сети тока). Второе контрольное собеседование		15		**15**
6. Исследование динамических свойств преобразователя на математической модели (переходного процесса, быстродействия, запасов устойчивости).			15	**15**
7. Оформление пояснительной записки и графических материалов. Подготовка презентации курсового проекта. Собеседование при сдаче проекта на проверку			10	**10**
Итого максимум за период	20	25	25	**70**

Согласована на портале № 6775

8. Защита КП на комиссии.				**30**
Нарастающим итогом	**20**	**45**	**70**	**100**

Курсовой проект защищается в виде презентации. Оценка защиты курсового проекта производится по трем составляющим:

- полнота раскрытия темы и качество технической документации КП;
- оригинальность принятых решений и новизна элементной базы;
- владение материалом КП при защите, умение делать доклад.

Все три составляющие оцениваются максимум десятью баллами.

11.3. Методика пересчета баллов в оценку

Баллы, полученные при изучении дисциплины за контрольные точки и семестр в целом, пересчитываются в оценки в соответствии с **таблицей 11.3.**

Таблица 11.3 Пересчет баллов в оценки при изучении дисциплины за контрольные точки и семестр в целом

Баллы на дату контрольной точки	1КТ	2КТ	2КТ-конец семестра	Итоговые баллы	Оценка
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	≥ 17	≥ 39	≥ 63	≥ 90	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	13-16	30-38	49-62	70-89	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	11-15	26-29	42-48	60-69	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	< 11	<26	<42	<60	2

Баллы за элементы контроля курсового проекта пересчитываются в оценки за контрольные точки и семестр в целом в соответствии с таблицей 11.4.

Таблица 11.4 Пересчет баллов за элементы контроля курсового проекта в оценки за контрольные точки и семестр в целом

Баллы на дату контрольной точки	1КТ	2КТ	2КТ-конец семестра	Итоговые баллы	Оценка
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	≥ 18	≥ 40	≥ 63	≥ 90	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	14-17	31-39	49-62	70-89	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	12-13	27-30	42-48	60-69	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	< 12	<27	<42	<60	2

Суммы баллов, полученные при изучении дисциплины, а также при выполнении и защите курсового проекта пересчитываются в традиционную и международную оценки в соответствии с таблицей 11.5.

Согласована на портале № 6775

Таблица 11.5. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Традиционная оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, включая успешно сданный экзамен	Международная оценка (ECTS)
зачтено	90 - 100	A (отлично)
зачтено	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
зачтено	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
не зачтено	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

12.1. Основная литература:

12.1.1. Кобзев А.В., Михальченко Г.Я., Дякин А.С., Семенов В.Д. Импульсно-модуляционные системы: Учебное пособие испр. и доп, 2015.- 193 с.
Электронная версия на http://ie.tusur.ru/docs/svd/ims.rar Импульсно-модуляционные системы.

12.2. Дополнительная литература

12.2.1. Кобзев А.В., Михальченко Г.Я., Дякин А.С., Семенов В.Д. Импульсно-модуляционные системы: Учебное пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. – 188с. (В библиотеке 44 экз.)

12.2.2. Дякин А.С., Семенов В.Д.Федотов В.А. Импульсно-модуляционные системы: Руководство к организации самостоятельной работы. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. – 68с. (В библиотеке 45 экз.)

12.2.3.Цыпкин Я.З. Теория линейных импульсных систем : научное издание / Я. З. Цыпкин. - М. : Физматгиз, 1963. - 968 с. : ил. (В библиотеке 4 экз.)

12.2.4. Цыпкин Я.З., Попков Ю.С. Теория нелинейных импульсных систем. М.: Наука, 1973.- 414с. (В библиотеке 9 экз.)

12.2.5. Слепов Н.Н., Дроздов Б.В. Широтно-импульсная модуляция.- М.: Энергия, 1978.- 192с. (В библиотеке 2 экз.)

12.2.6. Кобзев А.В. Многозонная импульсная модуляция. Новосибирск, Наука, 1979.- 304с. (В библиотеке 10 экз.)

12.2.7. Кобзев А.В., Михальченко Г.Я., Музыченко Н.М. Модуляционные источники питания РЭА. Томск: Радио и связь, 1990,- 336с., ил. (В библиотеке 60 экз.)

12.2.8. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: В 2-х ч. Ч.1: пер. с англ.- М.: Мир, 1988. 336с., ил. (В библиотеке 37 экз.)

12.2.9. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: В 2-х ч. Ч.2: пер. с англ.- М.: Мир, 1988. 360с., ил. (В библиотеке 32 экз.)

12.2.10. Ханзел Г. Справочник по расчету фильтров: пер. с англ. / Г. Ханзел ; пер. В. А. Старостин, ред. пер. А. Е. Знаменский. – М.: Сов. радио, 1974.- 228с. (В библиотеке 13 экз.)

12.2.11. Филипс Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью: Пер. с англ./; Пер. Б. И. Копылов. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, (Технический университет), 2001. - 616 с.: ил. (В библиотеке 20 экз.)

12.2.12. Бордус А. Д. Устройства формирования сигналов: учебное пособие / А. Д. Бордус ; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра радиоэлектроники и защиты информации. - Томск : ТМЦДО. Ч. 2 : Модуляция. - Томск: ТМЦДО, 2001. - 102 с. (В библиотеке 19 экз.)

12.2.13. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника / Мелешин В.И. Москва: Техносфера, 2006. – 632с. ISBN 5-94836-051-2 (В библиотеке 50)

Согласована на портале № 6775

12.3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение

12.3.1. Семенов В.Д., Кабиров В.А., Бородин Д.Б., Тюнин С.С. Импульсно-модуляционные системы: Методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы – 2015. – 72 с. Электронная версия на http://ie.tusur.ru/docs/svd/ims.rar / Импульсно-модуляционные системы

12.3.2. Бородин Д.Б., Калинина О.В., Калинин Р.Г., Семенов В.Д. Разработка компьютерной модели резонансного преобразователя в среде LTSpice для исследования коммутационных процессов. Методическое пособие по курсу «Полупроводниковые ключи в силовых схемах», 2015, 45 с. Электронная версия на http://www.ie.tusur.ru/content.php?id=444/ Полупроводниковые ключи в силовых схемах
Для курсового проектирования гл.2,3 и самостоятельных работ гл. 1.

12.3.3. Белоус А.И., Ефименко С.А., Турцевич А.С. Полупроводниковая силовая электроника/ Белоус А.И., Ефименко С.А., Турцевич А.С. Москва: Техносфера, 2013. – 216 с.+ 12 с. цв.вкл. ISBN 978-5-94836-367-7. Для курсового проектирования – гл.3. (В библиотеке 10)

12.3.4. Лабораторный практикум по импульсно-модуляционным системам на электронном ресурсе: http://ie.tusur.ru/docs/svd/l_ims.rar , 2015 г.

12.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

12.4.1. Библиотеки Spice моделей силовых компонентов фирмы International Rectifier на электронном ресурсе: http://www.irf.com/product-info/models/spice/spice.zip

12.4.2. Библиотеки Spice моделей компонентов управления фирмы Texas Instruments на электронном ресурсе: http://focus.ti.com/packaged_lits/pspice_files/ti_pspice_models.zip

12.4.3. Библиотеки Spice моделей различных производителей на электронном ресурсе фирмы Cadence Design Systems: http://www.cadence.com/products/orcad/pages/downloads.aspx#models

12.5. Интернет-ресурсы по электронным компонентам

12.5.1. http://www.promelec.ru – сайт группы компаний промэлекроники;

12.5.2. http://www.compel.ru - сайт компании Компэл - электронные компоненты;

12.5.3. http://www.datasheetcatalog.net – общедоступный бесплатный интернет-ресурс документации на электронные компоненты многих фирм.

12.5.4. http://www.semikron.com/dl/service-support/downloads/download/semikron-application-manual-power-semiconductors-english-en-2015 - Руководство по применению силовых полупроводниковых приборов.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Практические занятия и лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории силовой электроники ауд. 320, классе, оснащенной компьютерами и лабораторными макетами.

14. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины (по усмотрению разработчика программы)

Согласована на портале № 6775

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ **П. Е. Троян**
«19» 09 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Импульсно-модуляционные системы
(наименование учебной дисциплины)

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

Направление (я) подготовки (специальность) 11.04.04 - Электроника и наноэлектроника
(полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль (и) Промышленная электроника и микропроцессорная техника
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности))

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

Факультет ФЭТ (факультет электронной техники)
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра ПрЭ (кафедра промышленной электроники)
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс 2 **Семестр** 2

Учебный план набора 2015 **года и последующих лет**

Зачет - **семестр** **Диф. зачет** 2 **семестр**

Экзамен 2 **семестр**

Томск 2016

Согласована на портале № 6775

1. Введение

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

ФОС по дисциплине «Импульсно-модуляционные системы» используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОК-4	Способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	Должен знать: Что такое импульсная модуляция (ИМ). Вид и род ИМ (АИМ, ШИМ, ЧИМ, МИМ). Способы применения ИМ в системах преобразования информации и электрической энергии. Должен уметь: Обосновать выбор и реализовать ИМ в транзисторных преобразователях электрической энергии. Должен владеть: Математическими методами обработки сигналов, методами расчета параметров и характеристик ИМС. Методами построения математических и физических моделей ИМС и методами их исследования.
ОПК-1	Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	
ОПК-2	Способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	
ОПК-4	Способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	
ПК-6	Способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	
ПК-7	Готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	

Согласована на портале № 6775

ПК-8	Способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	
ПСК-1	Способность самостоятельно разрабатывать модели исследуемых процессов, электронной элементной базы, приборов и устройств электронной техники	

2. Реализация компетенций

2.1. Компетенция ОК-4

ОК-4: Способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности.

Для формирования компетенции ОК-4 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 ОК-4, виды занятий и используемые средства оценивания

1. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основные понятия и приемы адаптации известных технических решений по ИМС к изменяющимся условиям эксплуатации. Знает опыт практического применения ИМС. Знает методы расчета и оценки основных технических показателей и характеристик ИМС.	Умеет адаптировать известное из практического опыта техническое решение к изменяющимся требованиям технического задания. Умеет провести анализ и оценить технические преимущества и недостатки конкретных решений по ИМС.	Владеет методами адаптации технических решений в области ИМС. Владеет методами анализа и оценки качества технических решений ИМС.
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия; • Лабораторные	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента;

Согласована на портале № 6775

	работы; • Самостоятельная работа студента;	• Индивидуальные задания; • Курсовой проект.	• Индивидуальные задания; • Курсовой проект.
Используемые средства оценивания	• Тесты; • Контрольная работа №1; №2; №3; • Индивидуальное задание №1; №2; • Реферат; • Диф.Зачет. • Экзамен	• Оформление и защита лабораторных работ; • Оформление и защита индивидуальных заданий; • Оформление и содержание реферата; • Выполнение оформление КП.	• Защита лабораторных работ; • Демонстрация компьютерной модели по ИЗ №1, №2; • Защита индивидуальных заданий, • Презентация реферата. • Защита КП; • Сдача экзамена.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ОК-4 на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ОК-4 по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическим и теоретическим знанием приемов адаптации ИМС к изменяющимся условиям, оценки качества ИМС с пониманием границ применимости этих приемов и оценок.	Обладает диапазоном практических умений, необходимых для адаптации, развития и модернизации технических решений по ИМС.	Контролирует работу по адаптации ИМС к изменяющимся условиям, проводит оценку качества ИМС, совершенствует действия по улучшению работы ИМС.
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты использования ИМС, принципы построения ИМС, процессы в них, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, необходимых для решения задач в области построения ИМС их адаптации и исследования	Берет ответственность за завершение задач по построению ИМС их адаптации и исследованию, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем

Согласована на портале № 6775

Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями в области ИМС	Обладает основными умениями, необходимыми для выполнения простых задач по ИМС	Работает при прямом наблюдении и непосредственном руководстве

Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции ОК-4 приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции ОК-4 на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	1. Знает основные структурные схемы ИМС, анализирует их достоинства и недостатки, накапливает опыт использования ИМС. 2. Знает, как адаптировать известную ИМС при изменении мощности, величины тока, напряжения, частоты квантования и др. 3.Знает, как построить упрощенную модель ИМС для расчета необходимых параметров и характеристик. 4. Понимает, как выбрать структуру ИМС по заданным требованиям.	1. Умеет найти и адаптировать схему ИМС под конкретные требования, оценить технические преимущества и недостатки конкретных решений по ИМС. 2. Умеет рассчитать основные параметры ИМС для выбора элементов по технической документации. 3.Умеет применить новый элемент в схеме ИМС после самостоятельного изучения технической документации.	1. Свободно владеет постановкой задачи и методами ее решения при разработке схемы ИМС. Может научить другого. 2. Способен руководить междисциплинарной командой по разработке и адаптации технических решений в области ИМС; 3.Свободно владеет разными инструментами для расчета параметров ИМС.
Хорошо (базовый уровень)	1.Понимает связи между различными элементами ИМС; 2.Имеет представление о физических и информационных процессах в ИМС; 3.Аргументирует выбор схемы ИМС по заданные требования; 4.Составляет план	1.Самостоятельно рассчитывает и выбирает элементы в схеме ИМС; 2.Применяет освоенные методы решения задач в незнакомых ситуациях; 3.Умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать	1.Критически осмысливает полученные знания; 2. Компетентен в различных ситуациях, в том числе и при работе в междисциплинарной команде по разработке и адаптации ИМС; 3.Владеет

Согласована на портале № 6775

	расчета основных параметров и характеристик ИМС.	технические решения в области ИМС.	разными способами и инструментами расчета параметров ИМС.
Удовлетво-рительно (пороговый уровень)	1.Дает определения основных понятий и назначения элементов в схеме ИМС; 2.Воспроизводит основные задачи расчета основных параметров ИМС; 4.Знает основные методы решения типовых задач по разработке и адаптации ИМС.	1. Умеет работать со справочной литературой; 2.Использует приемы и методы адаптации схем ИМС, рассмотренных в методических пособиях и в описаниях к лабораторным работам; 3.Умеет представлять результаты своей работы.	1.Владеет терминологией предметной области знания в области ИМС; 2.Способен представить типовую схему ИМС под решение поставленной задачи.

2.2. Компетенция ОПК-1

ОПК-1: Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции ОПК-1, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции ОПК-1, виды занятий и используемые средства оценивания

1. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основные проблемы в области импульсно-модуляционных систем (ИМС): 1. Возрастание коммутационных потерь в ИМС с повышением частоты квантования; 2. Возрастание уровня электромагнитных помех (ЭМП) при увеличении, как скорости переключения, так и величины	1. Умеет строить упрощенные модели ИМС, для оценки и расчета параметров и характеристик; 2. Умеет строить уточненные компьютерные модели ИМС на основе SPICE-моделей реальных электронных компонентов, представленных на сайтах производителей; 3. Умеет произвести оценку	1. Владеет методами и средствами уменьшения искажений выходных сигналов ИМС. 2. Владеет схемотехникой построения систем управления ИМС, обеспечивающих малое потребление мощности по цепям управления, высокие динамические характеристики и низкий уровень

Согласована на портале № 6775

	коммутируемых токов и напряжений; 3.Непримиримое противоречие в ИМС при решении энергетических и информационных задач; 4. Защита ИМС от сверхтоков и перенапряжений в динамических режимах.	адекватности компьютерной модели ИМС. 5. Умеет рассчитать и выбрать элементы схемы защиты ИМС от сверхтоков и перенапряжений в динамических режимах.	помех. 3. Владеет навыками компьютерного моделирования и анализа ИМС при разной сложности моделей компонентов.
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента; • Индивидуальные задания; • Курсовой проект.	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента; • Индивидуальные задания; • Курсовой проект.
Используемые средства оценивания	• Тесты; • Контрольная работа №1; №2; №3; • Индивидуальное задание №1; №2; • Реферат; • Диф.Зачет. • Экзамен	• Оформление и защита лабораторных работ; • Оформление и защита индивидуальных заданий; • Оформление и содержание реферата; • Выполнение оформление КП.	• Защита лабораторных работ; • Демонстрация компьютерной модели по ИЗ №1, №2; • Защита индивидуальных заданий, • Презентация реферата. • Защита КП; • Сдача экзамена.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ОПК-1 на всех этапах приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ОПК-1 по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическим и теоретическим	Обладает диапазоном практических	Контролирует работу по разработке ИМС с

Согласована на портале № 6775

	знанием необходимым для понимания основных проблем при разработке ИМС и их изучении, а также выборе методов и средств их решения с пониманием границ применимости.	умений, необходимых для разработки и исследования технических решений по ИМС, расчета их параметров в соответствии с выбранными методами и средствами решения основных проблем в ИМС.	учетом их основных проблем, проводит анализ и оценку этой работы, совершенствует принципы работы ИМС и их параметров.
Хорошо (базовый уровень)	Знает основные проблемы построения ИМС, принципы их решения, демонстрирует общие понятия о физических процессах в ИМС, в пределах изучаемой области.	Обладает диапазоном практических умений, необходимых для решения определенных задач в области построения и исследования ИМС.	Берет ответственность за завершение задач при построении и исследовании ИМС с учетом их основных проблем, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в процессе решения задачи.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями, как построения, так и исследования ИМС, в том числе и с точки зрения их основных проблем и выборов методов их решения.	Обладает основными умениями, требуемыми для решения типовых и простых задач по ИМС.	Работает при прямом наблюдении.

Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции ОПК-1 приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции ОПК-1 на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	1. Знает цели и задачи разработки и изучения ИМС. 2. Знает основные	1. Умеет найти необходимые параметры ИМС и	1. Владеет методами расчета и выбора элементов ИМС для уменьшения

Согласована на портале № 6775

	проблемы при построении ИМС, методы и средства их решения. 3. Знает и объясняет причины возрастания искажений в ИМС различного типа при уменьшении частоты квантования. 4. Знает формулы или выводит их из простейших расчетных моделей для нахождения основных параметров и характеристик ИМС. 5. Знает методы и приемы уменьшения искажений в ИМС. 6. Знает и объясняет причины возрастания уровня ЭМП при увеличении частоты коммутации и величины коммутируемых токов и напряжений. 7. Знает и объясняет причины возрастания мощности, потребляемой по цепи управления ИМС, при увеличении частоты коммутации. 8. Знает формулы или выводит их из простейших расчетных моделей для нахождения параметров силовых фильтров в ИМС. 9. Знает несколько типовых конструктивных решений по замыканию обратной связи в ИМС. 10. Знает несколько типовых схемотехнических решений по защите ИМС от сверхтоков и перенапряжений в динамических режимах. 11. Знает некоторый материал из дополнительной литературы.	рассчитать для них достижимые показатели по искажениям выходного сигнала при заданной кратности квантования. 2. Умеет управлять качеством выходного сигнала с помощью изменения параметров цепи управления для уменьшения ЭМП и искажений. 3. Умеет построить компьютерную модель ИМС, оценить ее адекватность и рассчитать необходимые параметры в ИМС при изменении типа силовых ключей, частоты коммутации, величины мощности и характера нагрузки. 4. Умеет представить техническое решения по повышению качества ИМС и оценить его эффективность. 5. Умеет выбрать схемное техническое решение по защите ИМС от сверхтоков и перенапряжений, рассчитать его параметры и оценить	искажений выходного сигнала. 2. Владеет компьютерными методами поиска технической документации и выбором, на ее основе, элементов для ИМС. 3. Владеет методами представления информационных процессов в ИМС на частотной плоскости. 4. Владеет схемотехникой специализированных микросхем управления (драйверов, ШИМ-контроллеров и др.) и методами их применения в ИМС, может самостоятельно изучить вопросы применение новых специализированных микросхем и научить этому другого. 5. Владеет методами компьютерного моделирования ИМС, в том числе и в составе устройства силовой электроники, может самостоятельно научиться работать в новой среде моделирования и научить этому другого.

Согласована на портале № 6775

		эффективность.	
Хорошо (базовый уровень)	Из списка знаний уровня «отлично» знает восемь пунктов.	Умеет реализовать четыре пункта из списка уровня «отлично». .	Может самостоятельно разработать ИМС, спланировать его исследование. Может самостоятельно обнаружить и исправить ошибки в схеме ИМС при его расчетах и моделировании.
Удовлетво-рительно (пороговый уровень)	Из списка знаний уровня «отлично» знает только пять пунктов.	Из списка знаний уровня «отлично» умение показывает только в трех пунктах.	Работая в команде, может освоить процесс разработки и моделирования ИМС.

2.3 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: Способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции ОПК-2, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Этапы формирования компетенции ОПК-2, виды занятий и используемые средства оценивания

2. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает результаты освоения дисциплины ИМС и область их использования в силовой электронике и преобразовательной технике	Умеет использовать результаты освоения дисциплины ИМС в силовой электронике и преобразовательной технике	Владеет приемами использования результатов освоения дисциплины ИМС в силовой электронике и преобразовательной технике
Виды занятий	• Лекции; • Практически е занятия;	• Лабораторны е работы; • Самостоятел	• Лабораторны е работы; • Самостоятел

Согласована на портале № 6775

	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента;	ьная работа студента; • Индивидуальные задания; • Курсовой проект.	ьная работа студента; • Индивидуальные задания; • Курсовой проект.
Используемые средства оценивания	• Тесты; • Контрольная работа №1; №2; №3; • Индивидуальное задание №1; №2; • Реферат; • Диф.Зачет. • Экзамен	• Оформление и защита лабораторных работ; • Оформление и защита индивидуальных заданий; • Оформление и содержание реферата; • Выполнение оформление КП.	• Защита лабораторных работ; • Демонстрация компьютерной модели по ИЗ №1, №2; • Защита индивидуальных заданий, • Презентация реферата. • Защита КП; • Сдача экзамена.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ОПК-2 на всех этапах приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ОПК-2 по этапам

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическим и теоретическим знанием необходимым для понимания результатов освоения ИМС и области их использования в силовой электронике и преобразовательной технике с пониманием границ применимости.	Обладает диапазоном практических умений, необходимых для понимания результатов освоения ИМС и области их использования в силовой электронике и преобразовательной технике.	Контролирует работу по осмыслению результатов освоения ИМС и области их использования в силовой электронике и преобразовательной технике с пониманием границ применимости, проводит анализ и оценку этой работы.
Хорошо (базовый уровень)	Знает основные результаты освоения ИМС и	Обладает диапазоном практических	Берет ответственность за завершение задач,

Согласована на портале № 6775

	области их использования в силовой электронике и преобразовательной технике с пониманием границ применимости, демонстрирует общие понятия о физических процессах в ИМС, в пределах изучаемой области.	умений, необходимых для решения определенных задач в области понимания результатов освоения ИМС и области их использования в силовой электронике и преобразовательной технике.	требующих понимания результатов освоения ИМС и областей их использования в силовой электронике и преобразовательной технике, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в процессе решения задачи.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями, как результатов освоения ИМС, так и областей их использования в силовой электронике и преобразовательной технике.	Обладает основными умениями, требуемыми для решения типовых и простых задач, как по пониманию результатов освоения ИМС, так и по областям их использования в силовой электронике и преобразовательной технике.	Работает при прямом наблюдении.

Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции ОПК-2 приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции ОПК-2 на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	1. Знает цели и задачи изучения ИМС. 2. Знает основные проблемы при построении ИМС, методы и средства их решения. 3. Знает и объясняет причины возрастания потерь в ИМС «энергетического» типа при возрастании частоты коммутации.	1. Умеет найти необходимые параметры ИМС и рассчитать частоту квантования при учете коммутационных потерь, при различном характере нагрузки, определяемом	1. Владеет методами расчета и выбора элементов фильтрующих цепей ИМС для уменьшения искажений. 2. Владеет компьютерными методами имитационного моделирования ИМС для оценки сигналов

Согласована на портале № 6775

	4. Знает, зачем необходимо поднимать частоту коммутации в ИМС, несмотря на возрастание потерь. 5. Знает теорему Котельникова В.А. 6. Знает и объясняет амплитудно-частотные (АЧХ) и фазо-частотные характеристики (ФЧХ) ИМС. 7. Знает и объясняет уравнения различных модуляторов (ШИМ, АИМ, МИМ) в базисе разрывных функций. 8. Знает разновидности ШИМ и области применения ШИМ в силовой электронике и преобразовательной технике. 9. Знает разновидности АИМ и области применения АИМ в силовой электронике и преобразовательной технике. 10. Знает разновидности МИМ и области применения МИМ в силовой электронике и преобразовательной технике. 11. Знает некоторый материал из дополнительной литературы.	выходным фильтром. 2. Умеет управлять полупроводниковым преобразователем при различных видах модуляции и при различном характере нагрузки. 3. Умеет построить компьютерную модель ИМС, оценить ее адекватность и рассчитать искажения выходного сигнала в зависимости от частоты коммутации, величины и характера нагрузки. 4. Умеет оценить величину ближайшей боковой и комбинационной гармоники. 5. Умеет выбрать схемное техническое решение по реализации ИМС при заданном виде модуляции и оценить его эффективность.	при их модуляции. 3. Владеет методами экспериментального получения АЧХ и ФЧХ ИМС 4. Владеет схемотехникой специализированных микросхем управления (драйверов, ШИМ-контроллеров и др.) для реализации ИМС, может самостоятельно изучить вопросы применение новых специализированных микросхем и научить этому другого. 5. Владеет методами компьютерного моделирования ИМС с обратной связью, в том числе и в силовой электронике, может самостоятельно научиться работать в новой среде моделирования и научить этому другого.
Хорошо (базовый уровень)	Из списка знаний уровня «отлично» знает восемь пунктов.	Умеет реализовать четыре пункта из списка уровня «отлично». .	Может самостоятельно разработать ИМС, спланировать ее исследование. Может самостоятельно обнаружить и исправить ошибки в схеме ИМС при ее

Согласована на портале № 6775

			расчетах и моделировании.
Удовлетво-рительно (пороговый уровень)	Из списка знаний уровня «отлично» знает только пять пунктов.	Из списка знаний уровня «отлично» умение показывает только в трех пунктах.	Работая в команде, может освоить процесс разработки и моделирования ИМС.

2.4 Компетенция ОПК-4

ОПК-4: Способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции ОПК-4, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Этапы формирования компетенции ОПК-4, виды занятий и используемые средства оценивания

3. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основные приемы и способы самостоятельного приобретения и использования новых знаний и умений в ИМС	Умеет получать новые знания по ИМС: -путем изучения научно-технической и патентной литературы по конкретно сформулированной задаче для ИМС; -путем построения математической или имитационной модели ИМС и ее дальнейшего исследования, с целью получения ответа на конкретно сформулированный вопрос.	Владеет современными методами поиска изучения научно-технической и патентной литературы, методами построения имитационных моделей ИМС методами исследования этих моделей
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента;

Согласована на портале № 6775

	• Самостоятельная работа студента;	• Индивидуальные задания; • Курсовой проект.	• Индивидуальные задания; • Курсовой проект.
Используемые средства оценивания	• Тесты; • Контрольная работа №1; №2; №3; • Индивидуальное задание №1; №2; • Реферат; • Диф.Зачет. • Экзамен	• Оформление и защита лабораторных работ; • Оформление и защита индивидуальных заданий; • Оформление и содержание реферата; • Выполнение оформление КП.	• Защита лабораторных работ; • Демонстрация компьютерной модели по ИЗ №1, №2; • Защита индивидуальных заданий, • Презентация реферата. • Защита КП; • Сдача экзамена.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ОПК-4 на всех этапах приведены в таблице 12

.

Таблица 12 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ОПК-4 по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическим и теоретическим знанием необходимым для понимания основных приемов и способов самостоятельного приобретения и использования новых знаний и умений в ИМС с пониманием границ применимости.	Обладает диапазоном практических умений, необходимых для четкого понимания основных приемов и способов самостоятельного приобретения и использования новых знаний и умений в ИМС.	Контролирует работу по разработке СПК с учетом их основных проблем, проводит анализ и оценку этой работы, совершенствует принципы работы СПК и его параметры.
Хорошо (базовый уровень)	Знает основные приемы и способы самостоятельного приобретения и	Обладает диапазоном практических умений,	Берет ответственность за завершение задач для понимания

Согласована на портале № 6775

	использования новых знаний и умений в ИМС, демонстрирует общие понятия о приемах и способах самостоятельного приобретения и использования новых знаний и умений в ИМС, в пределах изучаемой области.	необходимых для решения определенных задач в области понимания основных приемов и способов самостоятельного приобретения и использования новых знаний и умений в ИМС.	основных приемов и способов самостоятельного приобретения и использования новых знаний и умений в ИМС с пониманием границ применимости, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в процессе решения задачи.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями, как о приемах и способах самостоятельного приобретения новых знаний и умений в ИМС, так и использования новых знаний и умений в ИМС, в пределах изучаемой области.	Обладает основными умениями, требуемыми для решения типовых и простых задач по пониманию основных приемов и способов самостоятельного приобретения и использования новых знаний и умений в ИМС.	Работает при прямом наблюдении.

Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции ОПК-4 приведена в таблице 13.

Таблица 13 – Показатели и критерии оценивания компетенции ОПК-4 на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	1. Знает основные приемы и способы самостоятельного приобретения и использования новых знаний и умений в ИМС 2. Знает основные проблемы при построении ИМС, методы и средства их решения. 3. Знает основные	1. Умеет найти необходимые параметры ИМС и рассчитать искажения выходного сигнала при заданной величине нагрузки. 2. Умеет управлять	1. Владеет методами расчета и выбора элементов ИМС. 2. Владеет компьютерными методами поиска технической документации и выбором элементов

Согласована на портале № 6775

	источники приобретения новых знаний и умений в ИМС. 4. Знает области возможного использования новых знаний и умений, полученных при изучении ИМС. 5. Знает методы и приемы получения новых знаний путем изучения научно-технической и патентной литературы. 6. Знает и объясняет методы и приемы получения новых знаний путем исследования моделей ИМС. 7. Знает и объясняет роль математических, имитационных и других моделей ИМС в получении новых знаний об ИМС. 8. Знает формулы или выводит их из простейших расчетных моделей для нахождения параметров и характеристик ИМС. 9. Знает несколько типовых приемов по повышению быстродействия ИМС. 10. Знает несколько типовых схемотехнических решений по расширению полосы пропускания ИМС. 11. Знает некоторый материал из дополнительной литературы.	качеством выходного сигнала в ИМС. 3. Умеет построить компьютерную модель ИМС, оценить ее адекватность и рассчитать заданные параметры ИМС, при изменении кратности квантования. 4. Умеет оценить эффективность ИМС по ее модели при заданных исходных данных. 5. Умеет выбрать схемное техническое решение для реализации ИМС, рассчитать его параметры и оценить эффективность.	при реализации ИМС. 3. Владеет методами представления модуляционных процессов в частотной области. 4. Владеет схемотехникой специализированных микросхем управления (драйверов, ШИМ-контроллеров и др.) при реализации ИМС (или их моделей), может самостоятельно изучить вопросы применение новых специализированных микросхем и научить этому другого. 5. Владеет методами компьютерного моделирования ИМС, в том числе и в составе устройства силовой электроники, может самостоятельно научиться работать в новой среде моделирования и научить этому другого.
Хорошо (базовый уровень)	Из списка знаний уровня «отлично» знает восемь пунктов.	Умеет реализовать четыре пункта из списка уровня «отлично». .	Может самостоятельно разработать ИМС, спланировать ее исследование. Может самостоятельно обнаружить и исправить ошибки в схеме ИМС при ее расчетах и

Согласована на портале № 6775

			моделировании.
Удовлетво-рительно (пороговый уровень)	Из списка знаний уровня «отлично» знает только пять пунктов.	Из списка знаний уровня «отлично» умение показывает только в трех пунктах.	Работая в команде, может освоить процесс разработки и моделирования ИМС.

2.5. Компетенция ПК-6

ПК-6: Способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции ПК-6, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Этапы формирования компетенции ПК-6, виды занятий и используемые средства оценивания

4. Состав	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Содержание этапов	Знает основные подходы к изучению и анализу научно-технических проблем в ИМС, путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников. Знает основные показатели и характеристики ИМС, которые лежат в основе этого анализа, при сравнении их по литературным и патентным источникам. Знает возможности интернета по поиску литературных и патентных источников.	Умеет выбрать ключевые слова для поиска литературных и патентных источников по анализируемой научно-технической проблеме ИМС. Умеет найти или рассчитать основные показатели и характеристики найденных и сравниваемых ИМС. Умеет сравнить и проанализировать ИМС по заданным показателям. Умеет сделать выводы по результатам анализа.	Владеет методами поиска аналогов по выбранной научно-технической проблеме, включая методы поиска по интернету. Владеет навыками и методами расчета энергетических, динамических и удельных показателей и характеристик ИМС. Владеет методами аналогий, подобия и моделирования для анализа и сравнения ИМС различной мощности.
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия;	• Лабораторные работы; • Самостоятел	• Лабораторные работы; • Самостоятел

Согласована на портале № 6775

	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента;	ьная работа студента; • Индивидуальные задания; • Курсовой проект.	ьная работа студента; • Индивидуальные задания; • Курсовой проект.
Используемые средства оценивания	• Тесты; • Контрольная работа №1; №2; №3; • Индивидуальное задание №1; №2; • Реферат; • Диф.Зачет. • Экзамен	• Оформление и защита лабораторных работ; • Оформление и защита индивидуальных заданий; • Оформление и содержание реферата; • Выполнение оформление КП.	• Защита лабораторных работ; • Демонстрация компьютерной модели по ИЗ №1, №2; • Защита индивидуальных заданий, • Презентация реферата. • Защита КП; • Сдача экзамена.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ПК-6 на всех этапах приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ПК-6 по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями для изучения и анализа научно-технических проблем в ИМС, путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников. в области силовой электроники, в частности по ИМС, с пониманием	Обладает диапазоном практических умений, для изучения и анализа научно-технических проблем в области силовой электроники, в частности по ИМС, путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников, необходимых для творческого применения найденных решений по ИМС в	Контролирует работу по подбору, изучению и анализу литературных и патентных источников в области силовой электроники, в частности по ИМС, проводит оценку, творчески совершенствует как действия, так и результаты работы.

Согласована на портале № 6775

	границ применимости конкретных решений.	конкретной области применения и для определения тенденций развития ИМС.	
Хорошо (базовый уровень)	Знает примеры, принципы, процессы, общие понятия для подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников в области силовой электроники, в частности по ИМС, в пределах изучаемой области.	Обладает диапазоном практических умений, необходимых для решения определенных проблем в области подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников в области силовой электроники, в частности по ИМС.	Берет ответственность за завершение задач при подборе, изучении и анализе литературных и патентных источников в области силовой электроники, в частности по ИМС, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении конкретных вопросов.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции ПК-6 приведена в таблице 16.

Таблица 16 – Показатели и критерии оценивания компетенции ПК-6 на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Анализирует достоинства и недостатки основных подходов к подбору, изучению и анализу научно-технических проблем в ИМС. Обосновывает выбор основных показателей и характеристик ИМС, по которым нужно сравнивать и анализировать ИМС и	Уверенно предлагает и выбирает ключевые слова для поиска литературных и патентных источников по заданной научно-технической проблеме в области ИМС. Свободно находит или рассчитывает основные показатели и характеристики заданных ИМС и	Способен руководить работой команды, по изучению и анализу научно-технических проблем в ИМС, путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников. Владеет

Согласована на портале № 6775

	устройства на их основе, по литературным и патентным источникам. Представляет себе широкие возможности интернета по поиску литературных и патентных источников. Знаком с основными периодическими изданиями и конференциями, в которых рассматриваются вопросы разработки и исследования ИМС.	устройств силовой электроники на их основе. Свободно сравнивает и анализирует ИМС по заданным показателям и характеристикам. Уверенно делает выводы по результатам анализа.	несколькими методами поиска аналогов по выбранной научно-технической проблеме, включая методы поиска по интернету. Владеет навыками и методами расчета энергетических, динамических и удельных показателей и характеристик ИМС. Владеет методами аналогий, подобия и моделирования для анализа и сравнения ИМС различной мощности.
Хорошо (базовый уровень)	Имеет представление о достоинствах и недостатках основных подходов к подбору, изучению и анализу научно-технических проблем в ИМС. Понимает связи между основными показателями и характеристиками ИМС, и показателями и характеристиками устройств на их основе, найденных по литературным и патентным источникам. Составляет план поиска литературных и патентных источников по интернету.	Самостоятельно выбирает ключевые слова для поиска литературных и патентных источников по заданной научно-технической проблеме. Находит или рассчитывает основные показатели и характеристики заданных ИМС и устройств силовой электроники на их основе, применяя методы решения задач в незнакомых ситуациях. Аргументированно сравнивает и анализирует ИМС по заданным показателям и характеристикам. Обоснованно делает корректные выводы по результатам анализа.	Критически осмысливает полученные знания при работе в команде по изучению и анализу научно-технических проблем в ИМС, путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников. Владеет хотя бы одним методам поиска аналогов по выбранной научно-технической проблеме. Владеет навыками и методами расчета энергетических, динамических и

Согласована на портале № 6775

			удельных показателей и характеристик ИМС.
Удовлетво-рительно (пороговый уровень)	Дает определения основных понятий по подбору, изучению и анализу научно-технических проблем в ИМС. Воспроизводит типовые расчеты основных показателей и характеристик ИМС.	Умеет работать со справочной литературой и документацией по ИМС. Умеет представлять результаты своей работы.	Владеет терминологией предметной области знания по ИМС. Способен корректно представить результаты подбора, изучения и анализа научно-технических проблем в ИМС.

2.6. Компетенция ПК-7

ПК-7: Готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции ПК-7, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Этапы формирования компетенции ПК-7, виды занятий и используемые средства оценивания

2. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основные подходы по определению целей и постановке задач проектирования схем и устройств силовой электроники с применением знаний по ИМС. Знает основные параметры и характеристики схем и устройств силовой электроники, реализующих ИМС, которые необходимо заложить в ТЗ.	Умеет подготовить основные технические требования к разработке технического задания (ТЗ) на проектирование схемы или устройства силовой электроники на с элементами ИМС, с заданными техническими параметрами и характеристиками и конкретным функциональным назначением ИМС.	Владеет методами и навыками определения целей и постановки задач по проектированию схем и устройств силовой электроники с применением знаний ИМС. Владеет методами расчета и моделирования схем и устройств силовой электроники с применением знаний ИМС, необходимыми для достижения

Согласована на портале № 6775

			заданных в ТЗ проектных параметров и характеристик.
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента; • Индивидуальные задания; • Курсовой проект.	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента; • Индивидуальные задания; • Курсовой проект.
Используемые средства оценивания	• Тесты; • Контрольная работа №1; №2; №3; • Индивидуальное задание №1; №2; • Реферат; • Диф.Зачет. • Экзамен	• Оформление и защита лабораторных работ; • Оформление и защита индивидуальных заданий; • Оформление и содержание реферата; • Выполнение оформление КП.	• Защита лабораторных работ; • Демонстрация компьютерной модели по ИЗ №1, №2; • Защита индивидуальных заданий, • Презентация реферата. • Защита КП; • Сдача экзамена.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ПК-7 на всех этапах приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ПК-7 по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями по определению целей, постановке задач проектирования схем и устройств силовой электроники на основе знаний ИМС, подготовке исходных требований к ТЗ на выполнение проектных работ в пределах	Обладает диапазоном практических умений, необходимых для определения целей, постановки задач проектирования схем и устройств силовой электроники на основе знаний ИМС, подготовки исходных требований к ТЗ на выполнение проектных работ и развития	Контролирует работу по определению целей, постановке задач проектирования схем и устройств силовой электроники на основе знаний ИМС, подготовке исходных требований к ТЗ на выполнение проектных работ в пределах изучаемой области, проводит оценку этих работ,

Согласована на портале № 6775

	изучаемой области, с пониманием границ применимости.	творческих решений по применению ИМС в смежных областях.	совершенствует действия и результаты работы.
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия по определению целей, постановке задач проектирования схем и устройств силовой электроники на основе знаний ИМС, подготовке исходных требований к ТЗ на выполнение проектных работ в пределах изучаемой области.	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных задач в области определения целей, постановки задач проектирования схем и устройств силовой электроники на основе знаний ИМС, подготовки исходных требований к ТЗ на выполнение проектных работ	Берет ответственность за завершение задач по определению целей, постановке задач проектирования схем и устройств силовой электроники на основе знаний ИМС, подготовке исходных требований к ТЗ на выполнение проектных работ, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в процессе решении задачи.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями по проблемам проектирования ИМС.	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых типовых задач по проектированию ИМС.	Работает при прямом наблюдении.

Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции ПК-7 приведена в таблице 19.

Таблица 19 – Показатели и критерии оценивания компетенции ПК-7 на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает основные цели и задачи проектирования ИМС, а также схем и устройств силовой электроники в их составе, повышающих	Умеет подготовить основные технические требования к разработке ТЗ на проектирование ИМС в области силовой	Свободно владеет методами и навыками определения целей и постановки задач по проектированию

Согласована на портале № 6775

	технико-экономический уровень ИМС. Знает основные понятия по схемам и устройствам силовой электроники с функциями ИМС. Анализирует основные параметры и характеристики схем и устройств ИМС в области силовой электроники по быстродействию, взаимодействию с нагрузкой и питающей сетью. Анализирует и раскрывает силовые и информационные связи ИМС в устройствах силовой электроники с и их влияние на параметры и характеристики этих устройств, которые необходимо заложить в ТЗ.	электроники, обладающей следующими характеристиками: заданным быстродействием; необходимым диапазоном регулирования выходного напряжения или тока; заданным качеством напряжения или тока в нагрузке; заданным качеством потребляемого от питающей сети тока; заданной полосой пропускания по управляющему воздействию. Уверенно выбирает количественные характеристики требований ТЗ, по быстродействию регулирования, полосе пропускания, уровню искажений.	схем и устройств ИМС в области силовой электроники, способен руководить междисциплинарной командой. Владеет методами расчета и моделирования схем и устройств ИМС в области силовой электроники, подтверждающие достижение заданных в ТЗ проектных параметров и характеристик, способен научить этому другого.
Хорошо (базовый уровень)	Понимает связи между основными целями и задачами проектирования схем и устройств ИМС в области силовой электроники и технико-экономическим уровнем этих устройств. Имеет ясное представление о схемах и устройствах ИМС в области силовой электроники. Характеризует силовые и информационные связи в ИМС на примере устройств силовой электроники и анализирует влияние этих связей на параметры	Самостоятельно формулирует заданные технические требования к разработке ТЗ на проектирование ИМС в области схем или устройств силовой электроники. Применяет методы оценки заданных количественных характеристик ИМС в незнакомых ситуациях. Умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать технические требования к схемам или устройствам силовой электроники	Критически осмысливает определенные цели и постановку задач по проектированию схем и устройств силовой электроники на основе ИМС. Компетентен в различных ситуациях при работе в междисциплинарной команде. Владеет разными способами и инструментами компьютерного моделирования ИМС.

Согласована на портале № 6775

	и характеристики устройств.	на основе ИМС.	
Удовлетво-рительно (пороговый уровень)	Дает определения основных целей и задач проектирования схем и устройств силовой электроники с применением знаний ИМС. Воспроизводит основные задачи проектирования схем и устройств силовой электроники на основе ИМС. Знает основные методы решения типовых задач проектирования схем и устройств силовой электроники на основе ИМС.	Умеет работать со справочной литературой. Умеет представлять результаты своей работы по проектированию ИМС на примере схем и устройств силовой электроники.	Владеет терминологией предметной области знания; Способен корректно представить техническое требование в заданный раздел ТЗ.

2.7. Компетенция ПК-8

ПК-8: Способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции ПК-8 , применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Этапы формирования компетенции ПК-8, виды занятий и используемые средства оценивания

3. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основные методы и этапы проектирования устройств, и систем электронной техники, на примере устройств и систем силовой электроники на основе ИМС, с учетом заданных требований. Знает основные способы и методы разработки функциональных и	Умеет разработать и оформить схемы электрические функциональные и принципиальные для ИМС в составе устройств или приборов силовой электроники. Умеет рассчитать параметры и характеристики ИМС в составе устройств или приборов силовой	Владеет упрощенными способами расчета параметров и характеристик ИМС в составе устройств силовой электроники. Владеет навыками имитационного моделирования устройств силовой электроники для уточнения расчетных параметров и

Согласована на портале № 6775

	принципиальных электрических схем устройств или приборов силовой электроники в составе ИМС. Знает основные способы расчета основных параметров ИМС в устройствах силовой электроники. Знает основные способы подавления колебаний в замкнутых ИМС в составе устройств или приборов силовой электроники.	электроники. Умеет найти техническую документацию на электронные компоненты и выбрать их в соответствии с расчетными электрическими нагрузками при реализации ИМС. Умеет поставить задачу на конструкторскую проработку устройств или приборов силовой электроники в составе ИМС.	характеристик ИМС. Владеет принципами расчета типовых параметров и характеристик ИМС в составе устройств и схем силовой электроники.
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента; • Индивидуальные задания; • Курсовой проект.	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента; • Индивидуальные задания; • Курсовой проект.
Используемые средства оценивания	• Тесты; • Контрольная работа №1; №2; №3; • Индивидуальное задание №1; №2; • Реферат; • Диф.Зачет. • Экзамен	• Оформление и защита лабораторных работ; • Оформление и защита индивидуальных заданий; • Оформление и содержание реферата; • Выполнение оформление КП.	• Защита лабораторных работ; • Демонстрация компьютерной модели по ИЗ №1, №2; • Защита индивидуальных заданий, • Презентация реферата. • Защита КП; • Сдача экзамена.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ПК-8 на всех этапах приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ПК-8 по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и	Обладает диапазоном	Контролирует работу по

Согласована на портале № 6775

	теоретическими знаниями для проектирования ИМС, а также устройств, и систем электронной техники в их составе, с учетом заданных требований, в пределах изучаемой области и пониманием границ применимости.	практических умений, требуемых для проектирования ИМС и устройств, и систем электронной техники в их составе, с учетом заданных требований, путем развития творческих решений по ИМС.	проектированию ИМС, а также устройств, и систем электронной техники в их составе, с учетом заданных требований, проводит оценку параметров ИМС, совершенствует действия и результаты этой деятельности.
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия по проектированию ИМС и устройств, и систем электронной техники в их составе, в пределах изучаемой области.	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных задач проектирования ИМС, а также устройств, и систем электронной техники в их составе.	Берет ответственность за завершение задач по проектированию устройств, и систем электронной техники, а также ИМС на основе устройств и систем силовой электроники, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении конкретных задач проектирования ИМС.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями по проектированию устройств, и систем электронной техники, а также ИМС на примере устройств и систем силовой электроники.	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых по задач проектированию устройств, и систем электронной техники и ИМС в их составе, на примере устройств и систем силовой электроники.	Работает при прямом наблюдении.

Согласована на портале № 6775

Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции ПК-8 приведена в таблице 22.

Таблица 22 – Показатели и критерии оценивания компетенции ПК-8 на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает основные методы и этапы проектирования ИМС, а также устройств, и систем электронной техники в их составе, на примере устройств и систем силовой электроники, с учетом заданных требований. Понимает смысл работ проводимых на разных этапах научно-исследовательских опытно-конструкторских работ (НИОКР)при проектировании ИМС. Знает основные способы и методы разработки функциональных и принципиальных электрических схем ИМС и устройств или приборов силовой электроники в их составе. Анализирует связь схемы функциональной и принципиальной электрической с общей конструкцией прибора или устройства, реализующего ИМС в том числе. Знает основные способы расчета параметров и характеристик ИМС в том числе и в устройствах силовой электроники в их составе.	Умеет разработать и оформить схемы электрические функциональные и принципиальные для ИМС, а также устройств или приборов силовой электроники в их составе. Свободно рассчитывает параметры и характеристики ИМС, а также устройств или приборов силовой электроники в их составе. Свободно находит техническую документацию на электронные компоненты и выбирает их в соответствии с расчетными электрическими нагрузками в ИМС. Аргументированно и доходчиво ставит задачу на конструкторскую проработку ИМС и устройств или приборов силовой электроники в их составе. Свободно работает в компьютерной среде 3D – моделирования, понимает преимущества автоматизированного	Владеет упрощенными способами расчета параметров и характеристик ИМС, а также устройств силовой электроники в их составе. Может построить модель для расчета параметров и характеристик ИМС и научить этому другого. Владеет навыками имитационного моделирования ИМС и устройств силовой электроники в их составе, для уточнения расчетных параметров и характеристик ИМС, при этом может самостоятельно изучить компьютерную среду для имитационного моделирования, применить ее для моделирования ИМС и научить другого. Свободно владеет принципами расчета типовых схем в устройствах и

Согласована на портале № 6775

	Уверенно проводит выбор элементной базы ИМС с учетом требований техдокументации. Знает основные способы повышения точности в ИМС с обратной связью, в том числе и в типовых решениях устройств или приборов силовой электроники.	проектирования на всех этапах проекта.	схемах силовой электроники, при реализации ИМС, может определить самый напряженный режим ИМС.
Хорошо (базовый уровень)	Понимает связи между различными этапами проектирования устройств или приборов силовой электроники с ИМС в их составе. Имеет представление о схемах электрических функциональных и принципиальных ИМС и устройств или приборов силовой электроники в их составе, хорошо в них ориентируется. Имеет представление о физических и имитационных моделях ИМС и устройств или приборов силовой электроники в их составе, а также их применении на разных этапах проекта. Аргументирует выбор элементов ИМС в соответствии со схемами электрическими функциональными и принципиальными, а также устройств или приборов силовой электроники с нагрузкой.	Самостоятельно разрабатывает схемы электрические функциональные и принципиальные типовых ИМС и устройств или приборов силовой электроники в их составе. Применяет методы решения задач проектирования устройств или приборов силовой электроники с применением знаний по ИМС в незнакомых ситуациях. Умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать вопросы проектирования ИМС устройств или приборов силовой электроники в их составе.	Критически осмысливает способы расчета электрических параметров в устройствах силовой электроники, входящих в ИМС. Компетентен в различных ситуациях, в том числе и при работе в междисциплинарной команде. Способен под управлением овладеть разными способами и инструментами компьютерного моделирования ИМС, а также устройств или приборов силовой электроники в их составе.

Согласована на портале № 6775

Удовлетво-рительно (пороговый уровень)	Дает определения основных понятий по проектированию ИМС и устройств или приборов силовой электроники в их составе. Воспроизводит основные типовые задачи проектирования ИМС, а также устройств или приборов силовой электроники в их составе. Распознает формальные объекты проектирования ИМС и устройств или приборов силовой электроники в их составе. Знает основные методы решения типовых задач при моделировании ИМС и умеет применять их на практике.	Умеет работать со справочной литературой. Использует ИМС и устройства силовой электроники, рассмотренные в описаниях к лабораторным работам, при решении других задач проектирования. Умеет представлять результаты своей работы.	Владеет терминологией по проектированию ИМС и устройств или приборов силовой электроники в их составе. Способен корректно представить элементы схем ИМС, а также устройств или приборов силовой электроники в их составе, в форме компьютерной модели.

2.8. Компетенция ПСК-1

ПСК-1: Способность самостоятельно разрабатывать модели исследуемых процессов, электронной элементной базы, приборов и устройств электронной техники

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции ПСК-1 , применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Этапы формирования компетенции ПСК-1, виды занятий и используемые средства оценивания

3. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основные способы и методы разработки моделей для исследования процессов, происходящих в ИМС, реализованных на современной электронной базе, а также приборов и устройств электронной техники в составе	Умеет разрабатывать математические и имитационные модели исследуемых процессов, электронной элементной базы, приборов и устройств электронной техники на примере ИМС силовой электроники	Владеет методами имитационного моделирования исследуемых процессов, электронной элементной базы, приборов и устройств электронной техники на примере ИМС в компьютерных средах Mathcad, MATLAB и

Согласована на портале № 6775

	ИМС		LT-spice
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента; • Индивидуальные задания; • Курсовой проект.	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студента; • Индивидуальные задания; • Курсовой проект.
Используемые средства оценивания	• Тесты; • Контрольная работа №1; №2; №3; • Индивидуальное задание №1; №2; • Реферат; • Диф.Зачет. • Экзамен	• Оформление и защита лабораторных работ; • Оформление и защита индивидуальных заданий; • Оформление и содержание реферата; • Выполнение оформление КП.	• Защита лабораторных работ; • Демонстрация компьютерной модели по ИЗ №1, №2; • Защита индивидуальных заданий, • Презентация реферата. • Защита КП; • Сдача экзамена.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ПК-8 на всех этапах приведены в таблице 21.

Таблица 24 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ПСК-1 по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями, необходимыми для разработки моделей ИМС и исследования процессов, происходящих в ИМС, реализованных на современной электронной базе, а также приборов и устройств электронной техники в составе ИМС, в пределах	Обладает диапазоном практических умений, необходимых для разработки моделей ИМС и исследования процессов, происходящих в ИМС, реализованных на современной электронной базе, а также приборов и устройств электронной техники в составе ИМС, путем	Контролирует работу по разработке моделей ИМС и исследования процессов, происходящих в ИМС, реализованных на современной электронной базе, а также приборов и устройств электронной техники в составе ИМС, с учетом заданных требований, проводит оценку,

Согласована на портале № 6775

	изучаемой области и пониманием границ применимости.	развития творческих решений по ИМС.	совершенствует действия и результаты этой работы.
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия по разработке моделей ИМС и исследованию процессов, происходящих в ИМС, реализованных на современной электронной базе, а также приборов и устройств электронной техники в составе ИМС, в пределах изучаемой области.	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для разработки моделей ИМС и исследованию процессов, происходящих в ИМС, реализованных на современной электронной базе, а также приборов и устройств электронной техники в составе ИМС, а также для решения определенных задач по разработке моделей типовых элементов ИМС.	Берет ответственность за завершение задач по разработке моделей ИМС и исследованию процессов, происходящих в ИМС, реализованных на современной электронной базе, а также приборов и устройств электронной техники в составе ИМС, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении конкретных задач моделирования.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями по разработке моделей ИМС и исследованию процессов, происходящих в ИМС, реализованных на современной электронной базе, а также приборов и устройств электронной техники в составе ИМС.	Обладает основными умениями, необходимыми для выполнения простых задач по разработке моделей ИМС и исследованию процессов, происходящих в ИМС, реализованных на современной электронной базе, а также приборов и устройств электронной техники в составе ИМС.	Работает при прямом наблюдении.

Согласована на портале № 6775

Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции ПСК-1 приведена в таблице 25.

Таблица 25 – Показатели и критерии оценивания компетенции ПСК-1 на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает основные методы и этапы разработки моделей ИМС, реализованных на современной электронной базе, а также приборов и устройств электронной техники в составе ИМС и устройств, и систем электронной техники, на примере устройств и систем силовой электроники, с учетом заданных требований. Понимает смысл моделирования и исследования процессов, происходящих в ИМС. Знает основные способы и методы разработки математических и имитационных моделей ИМС по функциональным и принципиальным электрическим схемам устройств или приборов силовой электроники в составе ИМС. Анализирует связи имитационной модели ИМС и схемы функциональной и принципиальной электрической прибора или устройства в составе ИМС. Уверенно проводит выбор электронной элементной базы с учетом требований к	Умеет разработать модели ИМС и оформить результаты исследований этих моделей для устройств или приборов силовой электроники в составе ИМС. Свободно рассчитывает параметры элементов имитационных моделей ИМС и устройств или приборов силовой электроники в их составе. Свободно находит техническую документацию на электронные компоненты и адекватно использует ее при построении имитационных моделей ИМС, в соответствии с расчетными электрическими нагрузками электронных компонентов. Аргументированно и доходчиво ставит задачу по исследованию имитационных моделей ИМС и моделей и устройств или приборов силовой электроники в их составе. Свободно работает в компьютерной среде имитационного	Владеет упрощенными способами расчета параметров имитационных моделей ИМС и моделей устройств силовой электроники в их составе. Может построить модель для расчета заданных параметров или процессов ИМС и научить этому другого. Владеет навыками имитационного моделирования ИМС и устройств силовой электроники в их составе, для уточнения расчетных параметров и характеристик, при этом может самостоятельно изучить компьютерную среду для имитационного моделирования, применить ее для моделирования ИМС и научить другого.

Согласована на портале № 6775

	ИМС.	моделирования ИМС, понимает преимущества имитационного моделирования на всех этапах проекта.	
Хорошо (базовый уровень)	Понимает связи между различными этапами построения математических и имитационных моделей ИМС и устройств или приборов силовой электроники в их составе Имеет представление о схемах электрических функциональных и принципиальных устройств или приборов силовой электроники, хорошо в них ориентируется, понимает процесс перехода от схемы к модели. Имеет представление о физических моделях ИМС и устройств или приборов силовой электроники в их составе и их применении на разных этапах проекта. Аргументирует выбор модели ИМС в соответствии с поставленными задачами исследования.	Самостоятельно разрабатывает модели ИМС по схемам электрическим функциональным и принципиальным типовых устройств или приборов силовой электроники в составе ИМС. Применяет методы решения задач построения моделей ИМС и устройств или приборов силовой электроники, в их составе, в незнакомых ситуациях. Умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать вопросы разработки моделей устройств или приборов силовой электроники в составе ИМС.	Критически осмысливает способы расчета электрических параметров при построении моделей ИМС и устройствах силовой электроники в их составе. Компетентен в различных ситуациях при работе над моделями ИМС в междисциплинарной команде. Способен под управлением овладеть разными способами и инструментами компьютерного моделирования ИМС и устройств или приборов силовой электроники в их составе.
Удовлетво-рительно (пороговый уровень)	Дает определения основных понятий по построению моделей ИМС устройств или приборов силовой электроники в их составе. Воспроизводит основные типовые задачи моделирования устройств или приборов силовой электроники в	Умеет работать со справочной литературой. Использует модели устройств силовой электроники и ИМС, рассмотренные в описаниях к лабораторным работам, при решении других задач моделирования. Умеет представлять	Владеет терминологией по моделированию ИМС и устройств или приборов силовой электроники в их составе. Способен корректно представить элементы схем

Согласована на портале № 6775

	составе ИМС. Распознает формальные объекты моделирования устройств или приборов силовой электроники в составе ИМС. Знает основные методы решения типовых задач при моделировании ИМС и умеет применять их на практике.	результаты своей работы.	устройств или приборов силовой электроники в составе ИМС, в форме компьютерной модели.

3. 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.

3.1. Типовые тесты

Например, тест по теме «Общие свойства импульсных систем» содержит десять вопросов:

1. Какая система называется импульсной? И как называется тогда система «не импульсная»?
2. Приведите пример импульсной системы из 19 века и назовите ее автора.
3. Что такое импульсный элемент и квантователь?
4. Что такое модуляция и модулятор? Есть ли связь между радиовещанием и модуляцией?
5. Что является переносчиком информации при радиовещании?
6. Что такое сообщение?
7. Дайте определение импульса и импульсной последовательности. Какими параметрами они характеризуются?
8. Что такое спектр сигнала? Чем отличается спектр одиночного сигнала от спектра периодического сигнала?
9. Что такое непрерывная (линейная) часть импульсной системы?
10. Приведите пример импульсной системы из области силовой электроники, содержащей квантователь, модулятор, непрерывную часть. Что является переносчиком информации в системах силовой электроники?

3.2. Темы контрольных работ

Например, тема контрольной работы №1 «Общие свойства импульсных систем.». Один из двадцати вариантов КР №1 содержит следующие пять вопросов:

1. Норберт Винер – это……
2. В аналоговом сигнале содержатся гармоники с частотами 1000 Гц и 3000 Гц. Какой должна быть минимальная частота квантования этого сигнала в импульсной системе?

Согласована на портале № 6775

3. В двоичном коде числу 111 соответствует относительная длительность импульсов $\gamma = 0.7$. Частота квантования $f = 100$ Гц. Чему будет равна длительность импульса (в секундах), соответствующая коду 010?

4. Дано: входной сигнал: $X_{вх} = 3\sin(\Omega t)$

выходной сигнал: $X_{вых} = 2\sin(\Omega t) + 0.5\sin(2\Omega t) + 0.25\sin(4\Omega t)$

рассчитать: К'гч.

5. Построить АЧС периодической последовательности прямоугольных импульсов: E = 40 В, $t_и = 1$ мс, $\gamma = 0{,}1$, $t_0 = 0{,}1$ мс.

Например, тема контрольной работы №2 «Свойства и характеристики импульсных систем с ШИМ и АИМ». Один из двадцати вариантов КР №2 содержит следующие пять вопросов:

1. Уравнение модулятора систем с АИМ-1 представлено следующим образом:

$$Y(t)_{АИМ1} = U_Y(na) \cdot \frac{1}{2} \left[- f_a(t) \cdot f_a(t-\tau) \right]$$

Определить среднее значение выходного напряжения при:

U_Y (na) = const = 2, a = 100 * 10^{-6} с; τ = 20 * 10^{-6} с, если f_a (t) – функция «прямоугольный синус».

2. Для АИМ-3 определить в процентах коэффициент гармоник, если

$U_Y = \sin \Omega_c t$, $\gamma = 0.5$, i = 8, при допущении, что синус малого угла равен этому углу, т.е. $\sin \alpha = \alpha$ при $\alpha < 0{,}52$ (рад).

3. Нарисовать пример воспроизведения косинусоидального сигнала в системе с ОНМ при ШИМ-1 и кратности q = 12.

4. Разложить в ряд Уолша функцию $F(t) = 4 + 2.5\, f_a(t)$, где $f_a(t)$ –прямоугольный синус с полупериодом a = ½.

5. Уравнение модулятора систем с ШИМ-1 имеет вид:

$$Y(t)_{ШИМ1} = sign\left[X(t) - \theta_1\left(\frac{t}{a}\right) \right] \cdot U_{BX}$$

Определить эффективное за период несущей частоты значение выходного сигнала при X(t) = 0.5; a = 50 * 10^{-6} с; U_{BX} = 10 В.

Например, тема контрольной работы №3 «Свойства и характеристики импульсных систем с МИМ». Один из двадцати вариантов КР №3 содержит следующие пять вопросов:

1. Уравнение модулятора с МИМ задано выражением

$$y(t) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^{N} \left\langle 1 + sign\left\{ x(t) - \frac{1}{N}\left[i - 1 + \theta_1\left(\frac{t}{a}\right) \right] \right\} \right\rangle$$

Определить вид модуляции.

2. По уравнению п.1 при N=3 и $x(t)$=1,5 построить выходной сигнал и рассчитать его среднее значение.

3. Уравнение модулятора с МИМ-1.3 задано выражением

$$y(t) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^{N} \left\langle sign\left\{ x(t) - \frac{1}{N}\left[i - 1 + \theta_1\left(\frac{t}{a}\right) \right] \right\} + sign\left\{ x(t) - \frac{1}{N}\left[i - \theta_1\left(\frac{t}{a}\right) \right] \right\} \right\rangle$$

Определить глубину модуляции μ при N=12, $x(t) = 4 sin \Omega_c t$.

4. Построить кривую воспроизведения пилообразного сигнала в системе с МИМФ-Г: число зон N=3; кратность квантования q=6; в каждой ячейке реализуется ОНМ.

Согласована на портале № 6775

5. В трехфазной структуре с бимодуляцией и выходным постоянным напряжением определить по среднему значению ток нагрузки:
$U_A=U_B=U_C=100\ sin(\omega t+\varphi_j)$; $U_{yj}=sin(\omega t+\varphi_j)$; $K_{mp}=1$; $R_н=15$ Ом; $U_{yi}=1$.

3.3. Темы индивидуальных заданий

Например, тема индивидуального задания №1 «Формирование и анализ импульсных последовательностей».

Импульсные последовательности варьируются по типу модуляции (ШИМ, АИМ, ЧИМ) и роду модуляции (первому, второму третьему), а также по амплитуде, кратности квантования и глубине модуляции. Представляются имитационные модели импульсных последовательностей и результаты их анализа и исследования, например, в среде Mathcad.

Тема индивидуального задания №2 «Прохождение импульсных сигналов через фильтры**».**

Импульсные сигналы варьируются по типу модуляции (ШИМ, АИМ, ЧИМ) и роду модуляции (первому, второму третьему), а также по амплитуде, кратности квантования и глубине модуляции. Варьируются также типы фильтров и мощность нагрузки. Представляются имитационные модели импульсных сигналов при прохождении через заданный фильтр и результаты их анализа и исследования, например, в среде Mathcad.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование однофазного транзисторного преобразователя с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ).
2. Исследование однофазного транзисторного преобразователя с амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ).
3. Исследование транзисторного преобразователя с многозонной импульсной модуляцией (МИМ) первого рода.
4. Исследование транзисторного преобразователя с многозонной импульсной многофазной модуляцией (МИМФ).

3.5. Темы рефератов

Реферат выполняется по тематике: «Прохождение сигналов с импульсной модуляцией через фильтрующие цепи и замкнутые импульсные системы». Например:

1. Идеальная фильтрующая цепь. Основные соотношения и критерии физической реализуемости.
2. Аппроксимация АЧХ. Фильтры Баттерворда.
3. Аппроксимация АЧХ. Фильтры Чебышева.
4. Периодические режимы и их типы в замкнутых ИМС.
5. АЧХ и ФЧХ импульсных систем.

3.6. Темы для самостоятельной работы

1. Подготовка к контрольным работам №1, №2 и №3 путем решения типовых задач на электронном тренажере.
2. Подготовка к проведению лабораторных работ путем предварительного изучения описания макетов и основных теоретических сведений по руководству к выполнению ЛР.
3. Самостоятельное изучение компьютерной среды Mathcad и MATLAB для выполнения индивидуальных заданий и курсового проекта.

3.7. Темы для курсового проекта

Например, темы курсовых проектов (КП):

Согласована на портале № 6775

1. Стабилизированный транзисторный преобразователь с ШИМ, варианты с ШИМ-1, ШИМ-2, ШИМ-3, варианты по мощности (5 вар.) и по выходному напряжению (току) (5 вар.).

2. Стабилизированный транзисторный преобразователь с АИМ, варианты с АИМ-1, АИМ-2, АИМ-3, варианты по мощности (5 вар.) и по выходному напряжению (току) (5 вар.).

3. Стабилизированный транзисторный преобразователь с МИМ, варианты с МИМ-1, МИМ-2, МИМ-Ф, варианты по мощности (5 вар.) и по выходному напряжению (току) (5 вар.).

По заданной теме КП и техническим требованиям к нему студент должен: разработать и утвердить ТЗ; провести анализ состояния научно-технической задачи, поставленной в ТЗ, путем подбора и изучения литературных и патентных источников; произвести расчет и выбор основных элементов силовой части устройства и схемы управления; разработать схемы электрические функциональную и принципиальную, с перечнем элементов; разработать имитационную модель заданного устройства в компьютерной среде MATLAB; исследовать эту модель и подтвердить получение заданных в ТЗ параметров и характеристик; оформить схемы электрические и пояснительную записку в соответствии с действующими стандартами; разработать презентацию КП и защитить его на комиссии по защите.

В процессе работы над курсовым проектом студент должен развить и приобрести следующие компетенции: ОК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПСК-1.

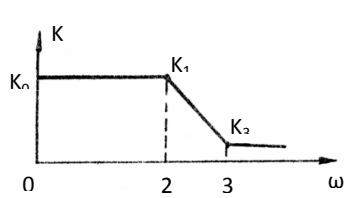
3.8.Экзаменационные вопросы

Например, один из двадцати вариантов экзаменационных билетов содержит следующие пять вопросов:

1. Для АИМ III определить в процентах коэффициент гармоник выходного сигнала при условии: $U_y(t) = \sin\Omega_c(t)$; γ = 0,2; $i = \pi$, считая, что синус малого угла равен этому углу, т.е. $\sin\alpha \approx \alpha$; $\alpha < 1$ (рад).

2. Задана АЧХ фильтра: $K_0 = K_1 = 1$; $K_3 = 0{,}2$. Сигнал на входе фильтра:

$$X_{вх}(t) = \sin t + \sin 2t + \sin 3t.$$



Определить $K_Г$ сигнала на входе и выходе фильтра.

3. Уравнение модулятора с МИМ задано выражением:

$$Y(t) = X(t)\frac{1}{2N}\sum_{i=1}^{N}\left\{1+sign\left[X(t)-\frac{i}{N}\right]\right\}+\frac{1}{2N}\sum_{i=1}^{N}\left\{1+sign\left[X(t)-\frac{i}{N}\right]\right\}.$$

Определить коэффициент гармоник выходного сигнала при N = 16, $X(t) = \sin\Omega_c t$.

4. В общем виде спектр сигнала с АИМ задан соотношением

$$Y_{АИМII} = \mu\gamma E\sin\Omega_c t - \mu\gamma E\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\sin n\pi\gamma}{n\pi\gamma}\left\{\sin\left[(n\Omega_i+\Omega_c)t-\alpha_0\right]+\sin\left[(n\Omega_i-\Omega_c)t-\alpha_0\right]\right.$$

Построить во временной области мгновенное значение выходного сигнала при E = 1; $\mu = 1$; $\gamma = 1$.

Согласована на портале № 6775

5. Нарисовать пример воспроизведения дробной функции $\theta\left(\frac{t}{6a}\right)$ в системе с ОНМ для ШИМII.

4. Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Согласно пункту 12 рабочей программы по дисциплине «Импульсно-модуляционные системы» используются следующие методические материалы:

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (дублирует пункт 12 рабочей программы):

1. Основная литература:

1.1. Кобзев А.В., Михальченко Г.Я., Дякин А.С., Семенов В.Д. Импульсно-модуляционные системы: Учебное пособие испр. и доп, 2015.- 193 с. Электронная версия на http://ie.tusur.ru/docs/svd/ims.rar Импульсно-модуляционные системы.

2. Дополнительная литература

2.1. Кобзев А.В., Михальченко Г.Я., Дякин А.С., Семенов В.Д. Импульсно-модуляционные системы: Учебное пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. – 188с. (В библиотеке 44 экз.)

2.2. Дякин А.С., Семенов В.Д.Федотов В.А. Импульсно-модуляционные системы: Руководство к организации самостоятельной работы. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. – 68с. (В библиотеке 45 экз.

2.3.Цыпкин Я.З. Теория линейных импульсных систем : научное издание / Я. З. Цыпкин. - М. : Физматгиз, 1963. - 968 с. : ил.
(В библиотеке 4 экз.)

2.4. Цыпкин Я.З., Попков Ю.С. Теория нелинейных импульсных систем. М.: Наука, 1973.- 414с. (В библиотеке 9 экз.)

2.5. Слепов Н.Н., Дроздов Б.В. Широтно-импульсная модуляция.- М.: Энергия, 1978.- 192с. (В библиотеке 2 экз.)

2.6. Кобзев А.В. Многозонная импульсная модуляция. Новосибирск, Наука, 1979.- 304с. (В библиотеке 10 экз.)

2.7. Кобзев А.В., Михальченко Г.Я., Музыченко Н.М. Модуляционные источники питания РЭА. Томск: Радио и связь, 1990,- 336с., ил. (В библиотеке 60 экз.)

2.8. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: В 2-х ч. Ч.1: пер. с англ.- М.: Мир, 1988. 336с., ил. (В библиотеке 37 экз.)

2.9. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: В 2-х ч. Ч.2: пер. с англ.- М.: Мир, 1988. 360с., ил. (В библиотеке 32 экз.)

2.10. Ханзел Г. Справочник по расчету фильтров: пер. с англ. / Г. Ханзел ; пер. В. А. Старостин, ред. пер. А. Е. Знаменский. – М.: Сов. радио, 1974.- 228с. (В библиотеке 13 экз.)

2.11. Филипс Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью: Пер. с англ./; Пер. Б. И. Копылов. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, (Технический университет), 2001. - 616 с.: ил. (В библиотеке 20 экз.)

Согласована на портале № 6775

2.12. Бордус А. Д. Устройства формирования сигналов: учебное пособие / А. Д. Бордус ; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра радиоэлектроники и защиты информации. - Томск : ТМЦДО. Ч. 2 : Модуляция. - Томск: ТМЦДО, 2001. - 102 с. (В библиотеке 19 экз.)

2.13. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника / Мелешин В.И. Москва: Техносфера, 2006. – 632с. ISBN 5-94836-051-2 (В библиотеке 50)

3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение

3.1. Семенов В.Д., Кабиров В.А., Бородин Д.Б., Тюнин С.С. Импульсно-модуляционные системы: Методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы – 2015. – 72 с. Электронная версия на http://ie.tusur.ru/docs/svd/ims.rar / Импульсно-модуляционные системы

3.2. Бородин Д.Б., Калинина О.В., Калинин Р.Г., Семенов В.Д. Разработка компьютерной модели резонансного преобразователя в среде LTSpice для исследования коммутационных процессов. Методическое пособие по курсу «Полупроводниковые ключи в силовых схемах», 2015, 45 с. Электронная версия на http://www.ie.tusur.ru/content.php?id=444/ Полупроводниковые ключи в силовых схемах Для курсового проектирования гл.2,3 и самостоятельных работ гл. 1.

3.3. Белоус А.И., Ефименко С.А., Турцевич А.С. Полупроводниковая силовая электроника/ Белоус А.И., Ефименко С.А., Турцевич А.С. Москва: Техносфера, 2013. – 216 с.+ 12 с. цв.вкл. ISBN 978-5-94836-367-7. Для курсового проектирования – гл.3. (В библиотеке 10)

3.4. Лабораторный практикум по импульсно-модуляционным системам на электронном ресурсе: http://ie.tusur.ru/docs/svd/l_ims.rar , 2015 г.

4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

4.1. Библиотеки Spice моделей силовых компонентов фирмы International Rectifier на электронном ресурсе: http://www.irf.com/product-info/models/spice/spice.zip

4.2. Библиотеки Spice моделей компонентов управления фирмы Texas Instruments на электронном ресурсе: http://focus.ti.com/packaged_lits/pspice_files/ti_pspice_models.zip.

4.3. Библиотеки Spice моделей различных производителей на электронном ресурсе фирмы Cadence Design Systems: http://www.cadence.com/products/orcad/pages/downloads.aspx#models

5. Интернет-ресурсы по электронным компонентам

5.1. http://www.promelec.ru – сайт группы компаний промэлекроники;

5.2. http://www.compel.ru - сайт компании Компэл - электронные компоненты;

5.3. http://www.datasheetcatalog.net – общедоступный бесплатный интернет-ресурс документации на электронные компоненты многих фирм.

5.4. http://www.semikron.com/dl/service-support/downloads/download/semikron-application-manual- power-semiconductors-english-en-2015 - Руководство по применению силовых полупроводниковых приборов.

Согласована на портале № 6775