МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

САПР электронных схем

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения информации**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	10	4	14	часов
2	Практические занятия	2	10	12	часов
3	Лабораторные работы		16	16	часов
4	Курсовая работа (проект)	2	8	10	часов
5	Всего аудиторных занятий	14	38	52	часов
6	Из них в интерактивной форме	6	15	21	часов
7	Самостоятельная работа	94	25	119	часов
8	Всего (без экзамена)	108	63	171	часов
9	Подготовка и сдача экзамена		9	9	часов
10	Общая трудоемкость	108	72	180	часов
		3.0	2.0	5.0	З.Е

Контрольные работы: 5 семестр - 1
Экзамен: 5 семестр
Курсовая работа (проект): 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 14410

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 43 от « 1 » 2 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. ПрЭ _____ Ю. Н. Тановицкий

Заведующий обеспечивающей каф.
ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

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

Декан ЗиВФ _____ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф.
ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

Эксперты:

доцент каф. ПрЭ _____ Н. С. Легостаев

Согласована на портале № 14410

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов представлений о процессах проектирования и связи проектирования с математическим моделированием, ознакомление с возможностями автоматизации проектирования объектов электронной техники. Одновременно, на основе, проводимых на кафедре исследований, в курсе делается акцент на проблемные моменты проектирования, такие как устойчивость, хаос, с разрешением которых связано с качество проектируемых объектов.

1.2. Задачи дисциплины

– Сформировать у студентов

– - способность работы в коллективе;

– - способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области,

– - способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных

– задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную

– реализацию;

– - способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников;

– - способность самостоятельно разрабатывать модели исследуемых процессов, электронной компонентной базы, приборов и устройств электронной техники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «САПР электронных схем» (Б1.В.ДВ.2.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Компьютерные технологии в научных исследованиях, Методы математического моделирования, Научно-исследовательская работа (рассред.), Электромагнитная совместимость электронных устройств, Электронные средства сбора, обработки и отображения информации.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-2 способностью разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию;

– ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

– ПК-8 способностью проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований;

– ПСК-1 способностью самостоятельно разрабатывать модели исследуемых процессов, электронных схем, приборов и устройств электронной техники;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** роль и место математического моделирования при создании технических объектов, типовые модели жизненных циклов, названия и сущность основных этапов проектирования; методы представления, хранения и преобразования информации в системах автоматизированного проектирования электронных схем; постановку задачи исследования на устойчивость динамических моделей электронных схем и методы ее решения; причины, с которыми связана недетерминированная (хаотическая) динамика в электронных схемах; методы и способы повышения качества моделирования и качества технических решений для динамических систем на основе электронных схем.

– **уметь** работать в средах автоматизированного моделирования и проектирования; создавать, модели электронных компонентов; выбирать лучшие методы моделирования сообразно

Согласована на портале № 14410

целям; находить требуемые патентные документы; составлять документы на математические модели с использованием автоматизированных средств математического моделирования электронных схем

– **владеть** практическими навыками работы со средами PSPICE (OrCAD), ASIMEC; навыками работы библиотеками моделей электронных компонентов; навыками анализа технической сути создаваемых объектов техники; навыками составления математического описания объектов, достаточными для оформления результатов исследовательских работ.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		4 семестр	5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	52	14	38
Лекции	14	10	4
Практические занятия	12	2	10
Лабораторные работы	16		16
Курсовая работа (проект)	10	2	8
Из них в интерактивной форме	21	6	15
Самостоятельная работа (всего)	119	94	25
Подготовка к контрольным работам	18	16	2
Выполнение домашних заданий	40	40	
Оформление отчетов по лабораторным работам	15		15
Проработка лекционного материала	38	36	2
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	2	4
Выполнение контрольных работ	2		2
Всего (без экзамена)	171	108	63
Подготовка и сдача экзамена	9		9
Общая трудоемкость ч	180	108	72
Зачетные Единицы	5.0	3.0	2.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Курсовая работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр							
1 Этапы проектирования. Жизненные циклы изделий.	4	0	0	10	2	14	ПК-2, ПК-8

Согласована на портале № 14410

Математическое моделирование в процессе проектирования.							
2 Автоматизация формирования математических моделей электронных схем	4	2	0	83		89	ПК-2, ПК-4, ПК-8, ПСК-1
3 Основы теории устойчивости	2	0	0	1		3	ПК-2, ПСК-1
Итого за семестр	10	2	0	94	2	108	
5 семестр							
4 Динамика стабилизаторов с ШИМ и хаос в динамических системах	2	8	12	18	8	40	ПК-2, ПК-4, ПК-8, ПСК-1
5 Проектирование адаптивных систем. Нормальные и аномальные структуры динамических объектов, проблема качественного проектирования.	2	2	4	7		15	ПК-2, ПК-4, ПК-8, ПСК-1
Итого за семестр	4	10	16	25	8	63	
Итого	14	12	16	119	10	171	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Этапы проектирования. Жизненные циклы изделий. Математическое моделирование в процессе проектирования.	Документо-ориентированное проектирование. Жизненные циклы продуктов. Ошибки про-ектирования. Системный подход в проектировании. Математические модели в проектировании. Этапы реализации моделей. Выбор характеризующих объект величин и параметров. Стационарные и нестационарные состояния.Понятие хаотической и стохастической динамики.	4	ПК-2, ПК-8
	Итого	4	
2 Автоматизация формирования математических моделей электронных схем	Топологические уравнения. Структурная матрица, матрица главных сечений и их авто-матическое формирование. Простые и составные элементы схем. Компонентные уравнения. Преобразования уравнений. Понятие базисов моделирования. Метод узловых потенциалов его	4	ПК-2, ПК-4, ПК-8, ПСК-1

Согласована на портале № 14410

	достоинства и недостатки. Обобщенная математическая модель, применяемая в ASIMEC.2. Решение систем уравнений. Метод Ньютона-Рафсона. Технологии разреженных вычислений. LU-факторизация при решении СЛАУс разреженными матрицами.3. Модели полупроводниковых компонентов схем. Понятие о смешанном – аналогово-цифровом моделировании. Организация смешанного моделирования.		
	Итого	4	
3 Основы теории устойчивости	1. Постановка проблемы устойчивости. Понятие области притяжения и радиуса областипритяжения стационарного движения. Параметрические границы устойчивости, бифуркации. Пример.2. Теория локальной устойчивости. Линейные системы. Автономные системы. Устойчивость в целом. Пример.	2	ПК-2, ПСК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		10	
5 семестр			
4 Динамика стабилизаторов с ШИМ и хаос в динамических системах	1. Структура импульсного стабилизатора напряжения компенсационного типа. Особенности системы уравнений. Формирование математической модели стабилизатора. Понятие m-цикла. Результаты решения задачи Кошипри различных коэффициентах усиления. Картина ветвлений.2. Динамика стабилизатора в условиях помех при неединственности стационарных состояний. Анализ отображения Фейгенбаума. Бифуркационная диаграмма. Внутренняя область притяжения и ее радиуса. Причины возникновения хаотической динамики, динамические «катастрофы».	2	ПК-4, ПК-8, ПСК-1
	Итого	2	
5 Проектирование адаптивных систем. Нормальные и аномальные структуры динамических объектов, проблема качественного проектирования.	1. Чувствительность, грубость, робастность,структурная устойчивость, конвергентность.Нормальные и аномальных структуры дина-мических объектов и проблема	2	ПК-2, ПК-4, ПК-8, ПСК-1

Согласована на портале № 14410

	качественногопроектирования. Проблемы автоматизациипроектирования.2. Пример проектирования системы адаптив-ного управления стабилизированным преобра-зователем с использованием понятия нор-мальных структур.		
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
Итого		14	

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин				
	1	2	3	4	5
Предшествующие дисциплины					
1 Компьютерные технологии в научных исследованиях		+			
2 Методы математического моделирования		+	+		
3 Научно-исследовательская работа (рассред.)	+				+
4 Электромагнитная совместимость электронных устройств			+	+	+
5 Электронные средства сбора, обработки и отображения информации	+	+	+	+	+

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Курсовая работа (проект)	Самостоятельная работа	
ПК-2	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе

Согласована на портале № 14410

ПК-4	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе
ПК-8	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе
ПСК-1	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лекции	Интерактивные лабораторные занятия	Всего
4 семестр				
Презентации с использованием слайдов с обсуждением	1	5		6
Итого за семестр:	1	5	0	6
5 семестр				
Работа в команде	5	2	8	15
Итого за семестр:	5	2	8	15
Итого	6	7	8	21

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
4 Динамика стабилизаторов с ШИМ и хаос в динамических системах	Моделирование схем с использованием языка описания схем (net-list) в пакете	4	ПК-2, ПК-4, ПК-8,

Согласована на портале № 14410

	PSpice		ПСК-1
	Исследование нормальности структуры стабилизатора с ШИМ	4	
	Свойства периодических состояний и причина возникновения хаотической динамики в отображенииФейгенбаума	4	
	Итого	12	
5 Проектирование адаптивных систем. Нормальные и аномальные структуры динамических объектов, проблема качественного проектирования.	Исследование динамических свойств адаптивного стабилизированного преобразователя	4	ПК-2, ПК-4, ПК-8, ПСК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
2 Автоматизация формирования математических моделей электронных схем	Этапы формирования и реализации математических моделей электронных схем	2	ПК-2, ПК-8
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
5 семестр			
4 Динамика стабилизаторов с ШИМ и хаос в динамических системах	Автоматизация формирования математических моделей. Вычислительное ядро и модели компонентов SPICE– программ.	2	ПСК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-8
	Примеры решение задач на исследование устойчивостиКонтрольная работа «Основы теории устойчивости»	4	
	Моделирование импульсного понижающего стабилизатора с ШИМ.Построение и анализ карт динамических режимов понижающего стабилизатора.	2	
	Итого	8	
5 Проектирование адаптивных систем. Нормальные и аномальные структуры динамических объектов, проблема качественного	Пример создания и анализа адаптивной системы управления.	2	ПК-2, ПК-4, ПК-8, ПСК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 14410

проектирования.			
Итого за семестр		10	
Итого		12	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Этапы проектирования. Жизненные циклы изделий. Математическое моделирование в процессе проектирования.	Проработка лекционного материала	10	ПК-2, ПК-8	Опрос на занятиях
	Итого	10		
2 Автоматизация формирования математических моделей электронных схем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-2, ПК-8, ПК-4, ПСК-1	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	25		
	Выполнение домашних заданий	40		
	Подготовка к контрольным работам	16		
	Итого	83		
3 Основы теории устойчивости	Проработка лекционного материала	1	ПК-2, ПСК-1	Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Итого	1		
Итого за семестр		94		
5 семестр				
4 Динамика стабилизаторов с ШИМ и хаос в динамических системах	Выполнение контрольных работ	2	ПК-2, ПК-4, ПК-8, ПСК-1	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	7		
	Оформление отчетов по	4		

Согласована на портале № 14410

	лабораторным работам			
	Итого	18		
5 Проектирование адаптивных систем. Нормальные и аномальные структуры динамических объектов, проблема качественного проектирования.	Проработка лекционного материала	1	ПК-2, ПК-4, ПК-8, ПСК-1	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	7		
Итого за семестр		25		
	Подготовка и сдача экзамена / зачета	9		Экзамен
Итого		128		

9.1. Темы контрольных работ

1. Типы бифуркаций в динамических объектах и системах

9.2. Темы домашних заданий

2. Метод Ньютона-Рафсона при моделировании биполярных транзисторов по модели Эберса-Молла

10. Курсовая работа (проект)

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта) представлены таблице 10.1.

Таблица 10. 1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр		
Общие требования. План курсовой работы.	2	ПК-2, ПК-4, ПК-8, ПСК-1
Итого за семестр	2	
5 семестр		
Анализ обзорной части. Консультирование. Доклад.	8	ПК-2, ПК-4, ПК-8, ПСК-1
Итого за семестр	8	

10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

– 1. Разработка импульсного стабилизированного преобразователя напряжения заданного типа (повышающего, понижающего или инвертирующего).

– 2. Исследование особенности работы ячеек преобразователя на общую нагрузку.

– 3. Исследование установившихся режимов работы импульсного преобразователя.

– 4. Разработка корректора коэффициента мощности.

– 5. Анализ границ устойчивых режимов работы заданного устройства (преобразователя, корректора

– коэффициента мощности, системы автоматического регулирования и т.п.).

– 6. Проектирование адаптивного регулятора заданного устройства.

– 7. Создание и реализация математической модели устройства в среде MathCad (MathLab).

Согласована на портале № 14410

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Не предусмотрено

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Муромцев Д.Ю. Тюрин И.В. Математическое обеспечение САПР. “Лань”, 2014. – 464 с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42192

12.2. Дополнительная литература

1. Баушев В.С. Математическое моделирование и автоматизация проектирования электрон- ных схем. ТУСУР. 2012 (для организации практических занятий с. 31-35, стр. 52-59, стр. 74-77) [Электронный ресурс]. - http://www.ie.tusur.ru/docs/bvs.zip
2. Ракитин, Валентин Иванович. Руководство по методам вычислений и приложения MATHCAD : Учебное пособие для вузов / В. И. Ракитин. - М. : Физматлит, 2005. – 263 (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)
3. Алгоритм адаптивного управления стабилизированными преобразователями напряжения с широтно-импульсным регулированием. Тановицкий Ю.Н., Халиляев Т.Ф., Кобзев Г.А. Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. №1(21) ч. 2. 2010 [Электронный ресурс]. - http://www.tusur.ru/ru/science/tusur_reports_magazine/full-text/

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Тановицкий Ю.Н. Системы автоматизированного проектирования электронных схем: Руководство к выполнению лабораторных работ и организации самостоятельной работы для студентов специальности «Промышленная электроника». — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. 2011. — 45 с. (руководство к организации лабораторных работ стр. 7-35, для организации самостоятельной работы стр. 36-45) [Электронный ресурс]. - http://www.ie.tusur.ru/docs/saprmp.zip
2. Тановицкий Ю.Н. Системы автоматизированного проектирования электронных схем: Руководство к выполнению курсового проекта. — Томск: Томский государственный уни- верситет систем управления и радиоэлектроники, 2011. — 35 с. [Электронный ресурс]. - http://www.ie.tusur.ru/docs/saprkp.zip

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Ресурсы сети Интернет

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Электронный ресурс - https://yandex.ru

Согласована на портале № 14410

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Аудитория оборудована компьютером подключенным к сети Интернет и проектором.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 301. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -10 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional; VirtualBox 6.2; PSPICE (учебная версия), ASIMEC, MathCad. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 301. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -10 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional; VirtualBox 6.2; PSPICE (учебная версия), ASIMEC, MathCad. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении

Согласована на портале № 14410

текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 14410

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

САПР электронных схем

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения информации**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:
- доцент каф. ПрЭ Ю. Н. Тановицкий

Экзамен: 5 семестр
Курсовая работа (проект): 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 14410

1. Введение

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

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

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

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПСК-1	способностью самостоятельно разрабатывать модели исследуемых процессов, электронных схем, приборов и устройств электронной техники	Должен знать роль и место математического моделирования при создании технических объектов, типовые модели жизненных циклов, названия и сущность основных этапов проектирования; методы представления, хранения и преобразования информации в системах автоматизированного проектирования электронных схем; постановку задачи исследования на устойчивость динамических моделей электронных схем и методы ее решения; причины, с которыми связана недетерминированная (хаотическая) динамика в электронных схемах; методы и способы повышения качества моделирования и качества технических решений для динамических систем на основе электронных схем.; Должен уметь работать в средах автоматизированного моделирования и проектирования; создавать, модели электронных компонентов; выбирать лучшие методы моделирования сообразно целям; находить требуемые патентные документы; составлять документы на математические модели с использованием автоматизированных средств математического моделирования электронных схем; Должен владеть практическими навыками работы со средами PSPICE (OrCAD), ASIMEC; навыками работы библиотеками моделей электронных компонентов; навыками анализа технической сути создаваемых объектов техники; навыками составления математического описания объектов, достаточными для оформления результатов исследовательских работ. ;
ПК-8	способностью проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	
ПК-4	способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	
ПК-2	способностью разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Согласована на портале № 14410

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПСК-1

ПСК-1: способностью самостоятельно разрабатывать модели исследуемых процессов, электронных схем, приборов и устройств электронной техники.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Этапы процесса создания, реализации и варианты динамики различных математических моделей электронных схем	Составлять схемы замещения моделей – выделять элементы и выявлять связи. Корректно применять законы природы.	Средствами пакета MathCad и SPICE для описания и реализации моделей, и для проведения математического анализа электронных схем
Виды занятий	• Курсовая работа (проект); • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные	• Курсовая работа (проект); • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;

Согласована на портале № 14410

	работы;	работы;	
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по курсовой работе; • Собеседование; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по курсовой работе; • Собеседование; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Этапы схематизации при описании моделей; Этапы реализации моделей; Роль и место метода при решении задач проектирования электронных схем;	• свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет математически выражать и аргументировано доказывать положения предметной области знания;	• свободно владеет разными способами представления физической информации в графической и математической форме;
Хорошо (базовый уровень)	• понимает связи между различными понятиями; имеет представление о структуре используемых моделей; аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи; графически иллюстрирует задачу;	• самостоятельно подбирает и готовит средства для вычислительного эксперимента; применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет корректно выражать положения предметной области знания;	• критически осмысливает полученные знания; компетентен в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде); владеет разными способами представления физической информации;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• дает определения основных понятий; воспроизводит основные факты; распознает модели; знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике;	• умеет работать со справочной литературой; использует программные средства, указанные в описании лабораторной работы; умеет представлять результаты своей работы;	• владеет терминологией предметной области знания; способен корректно представить знания в математической форме;

2.2 Компетенция ПК-8

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

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

Согласована на портале № 14410

представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Виды технической документации создающейся в ходе проектирования. Основные подходы и методы ее создания.	Определять модели жизненного цикла и виды документов. Создавать и оформлять техническую документацию.	Автоматизированными средствами формирования документов.
Виды занятий	• Курсовая работа (проект); • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Курсовая работа (проект); • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Отчет по курсовой работе; • Собеседование; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Отчет по курсовой работе; • Собеседование; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Модели жизненного цикла изделий. Виды технической документации создающейся в ходе проектирования. Роль и место математического моделирования в ходе проектирования. Методы повышения качества и сокращения затрат при	• Формировать техническое задание на проектирование изделия. Выполнять этап эскизного проектирования с использованием математических моделей. Создавать техническую документацию на проектируемые	• Средствами автоматизации проектирования. Создавать схемы изделий согласно ГОСТ.;

Согласована на портале № 14410

	проектировании. Виды и роль средств автоматизации процесса проектирования.;	изделия. Выполнять процедуры оценки верификации результатов проектирования.;	
Хорошо (базовый уровень)	• Модели жизненного цикла изделий. Виды технической документации создающейся в ходе проектирования. Роль и место математического моделирования в ходе проектирования.;	• Формировать техническое задание. Выполнять этап эскизное проектирование.;	• Средствами автоматизации проектирования.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Модели жизненного цикла изделий. Виды технической документации создающейся в ходе проектирования. ;	• Формировать техническое задание. Выполнять этап эскизное проектирование с консультационной помощью ;	• Средствами автоматизации проектирования. Работает с помощью преподавателя;

2.3 Компетенция ПК-4

ПК-4: способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.

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

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Этапы постановки и цели эксперимента.	Обосновывать затраты на эксперимент, находить пути к их сокращению.	Современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований
Виды занятий	• Курсовая работа (проект); • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Курсовая работа (проект); • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;
Используемые средства	• Контрольная работа;	• Контрольная работа;	• Отчет по

Согласована на портале № 14410

оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по курсовой работе; • Собеседование; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по курсовой работе; • Собеседование; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	лабораторной работе; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Принципы формирования целей эксперимента. Роль математических моделей при проведении эксперимента. Средства оценки результатов экспериментов.;	• Планировать экспериментальные исследования. Формировать адекватные математические модели. Уметь анализировать математические модели. Проводить вычислительные и натурные эксперименты. Сравнивать результаты и делать выводы.;	• Самостоятельно формирует цели эксперимента, планирует и проводит его. Создает математические модели. Имеет навыки описания и анализа результатов экспериментальных исследования.;
Хорошо (базовый уровень)	• Принципы формирования целей эксперимента. Средства оценки результатов экспериментов.;	• Планировать экспериментальные исследования. Формировать математические модели и уметь анализировать их. Проводить вычислительные и натурные эксперименты. Сравнивать результаты и делать выводы.;	• Формирует цели эксперимента, планирует и проводит его. Имеет навыки описания и анализа результатов экспериментальных исследования.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Имеет общие представления о формировании целей эксперимента, роли математических моделей и средства оценки экспериментальных результатов.;	• Может планировать экспериментальные исследования. Проводить вычислительные и натурные эксперименты. Сравнивать результаты математических моделей и физических объектов.;	• Формирует цели эксперимента, способен проводить его. ;

Согласована на портале № 14410

2.4 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знать языки: SPICE-netlist, C++, MathCad	Разрабатывать эффективные алгоритмы на языках C++, MathCad	Навыками работы с программными средствами поддержки языков MatCad, C++, SPICE
Виды занятий	• Курсовая работа (проект); • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Курсовая работа (проект); • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Отчет по курсовой работе; • Собеседование; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Отчет по курсовой работе; • Собеседование; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Структуру языков C++, SPICE Netlist, MathCad основные команды содержание базовых библиотек;	• Создавать алгоритмы и оценивать их эффективность;	• Навыками описания данных и алгоритмов. Средами программирования. ;
Хорошо (базовый	• Структуру языков	• Создавать алгоритмы	• Средами

Согласована на портале № 14410

уровень)	C++, SPICE Netlist, MathCad содержание базовых библиотек;	;	программирования Методами верификации алгоритмов ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Структуру языков C++, SPICE Netlist, MathCad основные команды ;	• Создавать алгоритмы, используя помощь преподавателя;	• Может пользоваться средой программирования;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются 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 следующем составе.

3.1 Темы домашних заданий

– Изучение применения метода Нъютона-Расфона при моделировании электронных схем. Принципы формирования и реализации математических моделей. Динамика нелинейных устройств и систем. Методы улучшения динамических свойств полупроводникового преобразователя.

3.2 Вопросы на собеседование

– Перечислите основные модули САПР электронных схем. Для чего применяется математическое моделирование при проектировании электронных схем. В чем отличие автономных динамических систем от неавтономных. К чему приводит неустойчивость состояний проектируемых объектов.

3.3 Темы опросов на занятиях

– Метод Ньютона-Рафсона при моделировании биполярных транзисторов по модели Эберса-Молла

– Типы бифуркаций в динамических объектах и системах

3.4 Экзаменационные вопросы

– 1. Принципы формирования математических моделей электронных схем 2. Реализация математический моделей и принципы реализации. 3. Автоматизация процессов формирования уравнений математических моделей электронных схем. 4. Способы хранения разреженных матриц 5. Локальная устойчивость стационарных состояний в неавтономных динамических системах 6. SPICE модель биполярного транзистора

3.5 Темы контрольных работ

– Контрольная работа 1 Задача1. Для нелинейного уравнения 1-го порядка найти все стационарные состояния, определить их устойчивость и радиусы области притяжения стационарных состояний при заданном параметре α, характеристические показатели (при заданном параметре), указать все точки бифуркаций и их типы (прямая, обратная) и сценарии возникновения стационарных состояний (мягкий, жесткий) в точках бифуркаций. (варианты задаются математическим уравнением) Задача 2. Найти стационарное состояние и выполнить анализ устойчивости для линейной системы (варианты задаются математическими уравнениями)

3.6 Темы лабораторных работ

– Моделирование схем с использованием языка описания схем (net-list) в пакете PSpice

– Свойства периодических состояний и причина возникновения хаотической динамики в отображении Фейгенбаума

– Исследование динамических свойств адаптивного стабилизированного преобразователя

3.7 Темы курсовых проектов (работ)

– Исследование динамики нелинейной электрической схемы. Создание и анализ модели полупроводникового преобразователя электрической энергии (заданного типа). Разработка цифрового фильтра и его тестирование на последовательности данных Разработка аналогового фильтра с заданными параметрами и его тестирование на последовательности данных. Программа

Согласована на портале № 14410

нахождения параметров для получения заданного свойства электрической цепи. Сравнение свойств численной схемы Рунге-Кутта со схемой трапеций.

4 Методические материалы

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

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Муромцев Д.Ю. Тюрин И.В. Математическое обеспечение САПР. “Лань”, 2014. – 464 с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42192

4.2. Дополнительная литература

1. Баушев В.С. Математическое моделирование и автоматизация проектирования электрон- ных схем. ТУСУР. 2012 (для организации практических занятий с. 31-35, стр. 52-59, стр. 74-77) [Электронный ресурс]. - http://www.ie.tusur.ru/docs/bvs.zip

2. Ракитин, Валентин Иванович. Руководство по методам вычислений и приложения MATHCAD : Учебное пособие для вузов / В. И. Ракитин. - М. : Физматлит, 2005. – 263 (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

3. Алгоритм адаптивного управления стабилизированными преобразователями напряжения с широтно-импульсным регулированием. Тановицкий Ю.Н., Халиляев Т.Ф., Кобзев Г.А. Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. №1(21) ч. 2. 2010 [Электронный ресурс]. - http://www.tusur.ru/ru/science/tusur_reports_magazine/full-text/

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Тановицкий Ю.Н. Системы автоматизированного проектирования электронных схем: Руководство к выполнению лабораторных работ и организации самостоятельной работы для студентов специальности «Промышленная электроника». — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. 2011. — 45 с. (руководство к организации лабораторных работ стр. 7-35, для организации самостоятельной работы стр. 36-45) [Электронный ресурс]. - http://www.ie.tusur.ru/docs/saprmp.zip

2. Тановицкий Ю.Н. Системы автоматизированного проектирования электронных схем: Руководство к выполнению курсового проекта. — Томск: Томский государственный уни- верситет систем управления и радиоэлектроники, 2011. — 35 с. [Электронный ресурс]. - http://www.ie.tusur.ru/docs/saprkp.zip

4.4. Ресурсы сети Интернет

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Электронный ресурс - https://yandex.ru

Согласована на портале № 14410