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

Методы анализа и расчета электронных схем

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Промышленная электроника**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **4**
Семестр: **7, 8**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6	4	10	часов
2	Практические занятия	4	6	10	часов
3	Курсовая работа (проект)	2	4	6	часов
4	Всего аудиторных занятий	12	14	26	часов
5	Из них в интерактивной форме	2	2	4	часов
6	Самостоятельная работа	96	121	217	часов
7	Всего (без экзамена)	108	135	243	часов
8	Подготовка и сдача экзамена		9	9	часов
9	Общая трудоемкость	108	144	252	часов
		7.0		7.0	З.Е

Контрольные работы: 8 семестр - 1
Экзамен: 8 семестр
Курсовая работа (проект): 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 19965

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 44 от «31» 3 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. ПрЭ	_____	Н. С. Легостаев
доцент кафедра ПрЭ	_____	Д. О. Пахмурин

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

Эксперт:

доцент каф. ПрЭ	_____	В. Л. Савчук

Согласована на портале № 19965

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины состоит в формировании знаний, умений и навыков теоретического исследования электронных устройств на основе методологии математического моделирования. Предметом дисциплины являются формализованные методы математического описания, расчета, анализа и оптимизации электронных цепей, содержащих активные многополюсные компоненты.

1.2. Задачи дисциплины

– приобретение студентами

– знаний общих положений математического моделирования, правил формирования операторных математических моделей электронных схем, методов анализа и расчета электронных цепей, основанных на алгебраических и топологических моделях;

– умений и навыков использования компьютерных технологий математических и инженерных вычислений для анализа, расчета и оптимизации электронных цепей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы анализа и расчета электронных схем» (Б1.В.ОД.5) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Аналоговая электроника, Основы преобразовательной техники, Схемотехника, Твердотельная электроника, Теоретические основы электротехники, Теория автоматического управления.

Последующими дисциплинами являются: Энергетическая электроника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– ПК-5 готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные модели компонентов электронных схем различного функционального назначения, включая устройства и системы промышленной электроники; основные законы и методы анализа электронных схем.

– **уметь** применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных схем и устройств различного функционального назначения; строить физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства компьютерного моделирования.

– **владеть** методами схемотехнического проектирования электронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования; методиками экспериментальных исследований приборов и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 19965

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		7 семестр	8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	26	12	14
Лекции	10	6	4
Практические занятия	10	4	6
Курсовая работа (проект)	6	2	4
Из них в интерактивной форме	4	2	2
Самостоятельная работа (всего)	217	96	121
Подготовка к контрольным работам	66	60	6
Выполнение курсового проекта (работы)	53		53
Оформление отчетов по лабораторным работам	12		12
Подготовка к лабораторным работам	36	36	
Выполнение контрольных работ	50		50
Всего (без экзамена)	243	108	135
Подготовка и сдача экзамена	9		9
Общая трудоемкость ч	252	108	144
Зачетные Единицы	7.0	7.0	

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	Самостоятельная работа	Курсовая работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Общие положения анализа, расчета и оптимизации электронных схем.	2	0	0	2	2	ПК-1
2 Математическое описание электронных схем.	2	3	66		71	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
3 Схемные функции и их анализ.	2	1	30		33	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
Итого за семестр	6	4	96	2	108	
8 семестр						
4 Анализ электронных схем операторными методами.	4	6	68	4	78	ОПК-3, ПК-1, ПК-5

Согласована на портале № 19965

5 Курсовой проект	0	0	53		53	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
Итого за семестр	4	6	121	4	135	
Итого	10	10	217	6	243	

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
7 семестр			
1 Общие положения анализа, расчета и оптимизации электронных схем.	Задачи проектирования электронных схем. Общие вопросы математического моделирования. Классификация математических моделей. Этапы математического моделирования. Методы реализации математических моделей.	2	ПК-1
	Итого	2	
2 Математическое описание электронных схем.	Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	2	
3 Схемные функции и их анализ.	Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры.	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		6	
8 семестр			
4 Анализ электронных схем операторными методами.	Определение схемных функций по матрично-векторным параметрам электронных схем. Определение схемных функций электронных схем методом сигнальных графов.	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5

Согласована на портале № 19965

	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		10	

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 Аналоговая электроника		+	+	+	+
2 Основы преобразовательной техники		+	+	+	+
3 Схемотехника		+			+
4 Твердотельная электроника		+			+
5 Теоретические основы электротехники				+	+
6 Теория автоматического управления			+		+
Последующие дисциплины					
1 Энергетическая электроника		+	+	+	+

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	Курсовая работа (проект)	Самостоятельная работа	
ОПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Тест

Согласована на портале № 19965

ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Тест
ПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Тест

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	Всего
7 семестр			
IT-методы		1	1
Работа в команде	1		1
Поисковый метод			0
Итого за семестр:	1	1	2
8 семестр			
Разработка проекта	1		1
IT-методы		1	1
Итого за семестр:	1	1	2
Итого	2	2	4

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП

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
7 семестр			
2 Математическое описание электронных схем.	Топологические модели электронных схем непрерывного действия.	1	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Формирование полюсного графа элек-	2	

Согласована на портале № 19965

	тронной цепи, выбор системы главных сечений и главных контуров.		
	Итого	3	
3 Схемные функции и их анализ.	Формирование системы координатных уравнений для координат в матричной форме в сокращенном гибридном координатном базисе.	1	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	1	
Итого за семестр		4	
8 семестр			
4 Анализ электронных схем операторными методами.	Определение выражений схемных функций методом эквивалентных схем в матричной форме.	1	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Определение выражений схемных функций обобщенным матричным методом.	1	
	Определение выражений схемных функций по сигнальному U-графу Мэзона.	1	
	Определение выражений схемных функций по обобщенному сигнальному U-графу.	3	
	Итого	6	
Итого за семестр		6	
Итого		10	

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
7 семестр				
2 Математическое описание электронных схем.	Подготовка к лабораторным работам	36	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Проверка контрольных работ, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	30		
	Итого	66		
3 Схемные функции и их анализ.	Подготовка к контрольным работам	30	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Экзамен
	Итого	30		
Итого за семестр		96		
8 семестр				

Согласована на портале № 19965

4 Анализ электронных схем операторными методами.	Выполнение контрольных работ	50	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Проверка контрольных работ, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	68		
5 Курсовой проект	Выполнение курсового проекта (работы)	53	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Защита курсовых проектов (работ)
	Итого	53		
Итого за семестр		121		
	Подготовка и сдача экзамена / зачета	9		Экзамен
Итого		226		

9.1. Темы контрольных работ

1. Классификация электронных схем по математическому описанию.
2. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения.
3. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования.
4. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.
5. Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.
6. Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры.
7. Определение схемных функций по матрично-векторным пара-метрам электронных схем. Определение схемных функций электронных схем методом сигнальных графов.

9.2. Вопросы по подготовке к лабораторным работам

1. Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

9.3. Темы контрольных работ

1. Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.
2. Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры.
3. Определение схемных функций по матрично-векторным пара-метрам электронных

Согласована на портале № 19965

схем. Определение схемных функций электронных схем методом сигнальных графов.

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
7 семестр		
1. Анализ фильтра верхних частот второго порядка с Т-образным мостом операторным матричным методом. 2. Анализ фильтра верхних частот второго порядка с многоконтурной обратной связью. 3. Анализ схемы верхних частот 8-го порядка методом эквивалентных схем на основе координатных уравнений для координат в сокращенном гибридном координатном базисе. 4. Анализ избирательного усилителя с двойным Т-образным мостом в цепи обратной связи методом эквивалентных схем в расширенной системе координат. 5. Анализ активного RC-звена методом переменных состояния.	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
Итого за семестр	2	
8 семестр		
1. Анализ фильтра верхних частот второго порядка с Т-образным мостом операторным матричным методом. 2. Анализ фильтра верхних частот второго порядка с многоконтурной обратной связью. 3. Анализ схемы верхних частот 8-го порядка методом эквивалентных схем на основе координатных уравнений для координат в сокращенном гибридном координатном базисе. 4. Анализ избирательного усилителя с двойным Т-образным мостом в цепи обратной связи методом эквивалентных схем в расширенной системе координат. 5. Анализ активного RC-звена методом переменных состояния.	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
Итого за семестр	4	

10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

- 1. Расчет и анализ усилителя низкой частоты на биполярных транзисторах.
- 2. Анализ избирательного усилителя на полевых транзисторах.
- 3. Анализ усилителя по схеме с общим эмиттером с цепью высокочастотной коррекции.
- 4. Анализ усилителя по схеме с общим эмиттером с цепью низкочастотной коррекции.
- 5. Анализ активного фильтра высших частот.
- 6. Анализ усилителя с параллельной отрицательной обратной связью по напряжению.
- 7. Анализ активного полосового фильтра на операционных усилителях.
- 8. Анализ избирательного RC-усилителя на основе двойного Т-образного моста в цепи обратной связи.
- 9. Анализ активного фильтра-пробки с двойным Т-мостом.
- 10.Анализ высокодобротного полосно-заграждающего фильтра четвертого порядка.

Согласована на портале № 19965

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Не предусмотрено

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Легостаев Н.С. Методы анализа и расчета электронных схем: Учебное пособие для вузов / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2006. – 109 с. ISBN 5-86889-304-2 (наличие в библиотеке ТУСУР - 80 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Легостаев Н.С. Методы анализа и расчета электронных схем : учеб. пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радио-электроники, 2006. – 302 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)
2. Саликаев Ю.Р. Компьютерное моделирование. Численные методы анализа: учебное пособие / Ю.Р. Саликаев; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, кафедра электронных приборов. – Томск: ТМЦДО, 2005. – 109 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 11 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Легостаев Н.С. Методы анализа и расчета электронных схем: руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210106 «Промышленная электроника» / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов; Федеральное агентство по образованию, Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. – Томск: ТУСУР, 2006. – 215 с.: ил. (для практических занятий стр. 19-37; выполнения лабораторных работ стр. 19-50, 124-134; самостоятельной работы стр. 134-189; выполнения курсовой работы стр. 19-109, 134-189) (наличие в библиотеке ТУСУР - 85 экз.)

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

1. Пакет прикладных программ Mathcad (для выполнения лабораторных работ и курсового проекта)

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 40-45, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

Согласована на портале № 19965

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, 2 этаж, ауд. 201б. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1 шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1 шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8 ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. 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 2.8 ГГц. - 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 текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

Для получения четких представлений о сущности и особенностях моделирования электронных схем необходимо усвоить понятие математической модели и основные требования, предъявляемые к моделям. Важно знать специфику этапов математического моделирования, основные методы реализации моделей и их возможности. С целью систематизированного применения методологии математического моделирования необходимо знать и уметь использовать классификацию математических моделей. Для уяснения практической значимости математического моделирования также следует знать основные виды задач, решаемых при проектировании технических объектов и классификацию их параметров.

Необходимо знать, что учет классификации электронных схем по математическому описанию обеспечивает повышение эффективности математического моделирования. Теоретической базой формирования математических моделей электронных схем являются правила построения топологических моделей, моделей электронных компонентов и приемы объединения указанных моделей в модели функциональные. Особое внимание следует обратить на матричные формы представления математических моделей. Важно твердо овладеть рациональными методами формирования математических моделей: методом эквивалентных схем и обобщенным матричным методом в од-

Согласована на портале № 19965

нородных координатных базисах.

Определение схемных функций является основным этапом теоретического исследования линейных электронных схем. Поэтому необходимо знать виды схемных функций и в зависимости от поставленной задачи уметь выбирать наиболее пригодные формы их представления. Крайне важно владеть правилами перехода от схемных функций к частотным и временным характеристикам. Не менее важно знать связь между частотными и временными характеристиками.

Операторные методы являются наиболее эффективными методами анализа линейных электронных схем. Несмотря на принципиальные ограничения операторные методы применимы для исследования значительного количества классов электронных схем различного функционального назначения. Именно поэтому необходимо твердо овладеть аппаратом алгебраических и топологических операторных методов. Применительно к алгебраическим методам анализа рекомендуется приобрести навыки применения формул связи схемных функций с матрично-векторными параметрами алгебраических моделей. Для метода сигнальных графов следует уметь формировать графы непосредственно по схемам и применять топологические формулы определения выражений схемных функций.

Крайне важно овладеть классическим методом анализа электронных схем во временной области, поскольку этот метод является наиболее универсальным и позволяет проводить исследования как линейных, так и нелинейных, в том числе дискретных, электронных схем. Необходимо уметь распределять фазовые переменные моделируемых объектов на входные, выходные переменные и переменные состояния, а также выявлять топологически зависимые дифференциальные переменные. Для эффективного моделирования электронных схем во временной области следует приобрести навыки формализованного построения математических моделей в базисе переменных состояния в матричной форме. Реализация математических моделей в базисе переменных состояния требует навыков применения аналитических и численных методов интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

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;

Согласована на портале № 19965

– 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 № 19965

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

Методы анализа и расчета электронных схем

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Промышленная электроника**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **4**
Семестр: **7, 8**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:
- профессор каф. ПрЭ Н. С. Легостаев
- доцент кафедра ПрЭ Д. О. Пахмурин

Экзамен: 8 семестр
Курсовая работа (проект): 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 19965

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
ПК-5	готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Должен знать основные модели компонентов электронных схем различного функционального назначения, включая устройства и системы промышленной электроники; основные законы и методы анализа электронных схем.; Должен уметь применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных схем и устройств различного функционального назначения; строить физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства компьютерного моделирования.; Должен владеть методами схемотехнического проектирования электронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования; методиками экспериментальных исследований приборов и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.;
ПК-1	способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	
ОПК-3	способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	

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

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	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к

Согласована на портале № 19965

		области исследования	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 ПК-5

ПК-5: готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

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	основные способы расчета и проектирования электронных приборов	выполнять расчет и проектирование электронных приборов в соответствии с техническим заданием	средствами автоматизации проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием
Виды занятий	• Курсовая работа (проект); • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Курсовая работа (проект); • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Контрольная работа; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Тест; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • 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

Согласована на портале № 19965

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;

2.2 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

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

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	простейшие физические и математические модели приборов различного функционального назначения	строить простейшие физические и математические модели приборов различного функционального назначения	стандартными программными средствами компьютерного моделирования
Виды занятий	• Курсовая работа (проект); • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Курсовая работа (проект); • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ);	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Экзамен; • Курсовая работа (проект);

Согласована на портале № 19965

	• Курсовая работа (проект);	• Тест; • 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)	• 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;

2.3 Компетенция ОПК-3

ОПК-3: способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей.

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	основные методы анализа и расчета характеристик электрических цепей	решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	основными методами и приемами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей
Виды занятий	• Курсовая работа (проект); • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Курсовая работа (проект); • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 19965

Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Контрольная работа; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Тест; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • 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)	• 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;

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 Тестовые задания

– – Топологические модели электронных схем непрерывного действия

– – Формирование полюсного графа электронной цепи, выбор системы главных сечений и главных контуров

– – Формирование системы координатных уравнений для координат в матричной форме в сокращенном гибридном координатном базисе

– – Определение выражений схемных функций методом эквивалентных схем в матричной форме

– – Определение выражений схемных функций обобщенным матричным методом

– – Определение выражений схемных функций по сигнальному U-графу Мэзона

– – Определение выражений схемных функций по обобщенному сигнальному U-графу

– – Формирование уравнений состояния линейных электронных схем

Согласована на портале № 19965

3.2 Вопросы на собеседование

– – Классификация топологических моделей электронных схем непрерывного действия

– – Алгоритм формирования полюсного графа электронной цепи, выбор системы главных сечений и главных контуров

– – Формирование системы координатных уравнений для координат в матричной форме в сокращенном гибридном координатном базисе

– – Правила формирования матриц методом эквивалентных схем в матричной форме в однородном координатном базисе

– – Правила формирования матриц обобщенным матричным методом в однородном координатном базисе

– – Определение выражений схемных функций по сигнальному U-графу Мэзона

– – Определение выражений схемных функций по обобщенному сигнальному U-графу

– – Формирование уравнений состояния линейных электронных схем

3.3 Темы контрольных работ

– Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

– Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

– Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры.

– Определение схемных функций по матрично-векторным пара-метрам электронных схем. Определение схемных функций электронных схем методом сигнальных графов.

3.4 Темы опросов на занятиях

– Задачи проектирования электронных схем. Общие вопросы математического моделирования. Классификация математических моделей. Этапы математического моделирования. Методы реализации математических моделей.

– Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

– Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры.

3.5 Темы контрольных работ

– Классификация электронных схем по математическому описанию.

– Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения.

– Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования.

– Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

– Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические моде-

Согласована на портале № 19965

ли электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

– Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры.

– Определение схемных функций по матрично-векторным пара-метрам электронных схем. Определение схемных функций электронных схем методом сигнальных графов.

– Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

– Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

– Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры.

3.6 Экзаменационные вопросы

– Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

– Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

– Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры.

– Определение схемных функций по матрично-векторным пара-метрам электронных схем. Определение схемных функций электронных схем методом сигнальных графов.

3.7 Темы лабораторных работ

– Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

3.8 Темы курсовых проектов (работ)

– 1. Анализ фильтра верхних частот второго порядка с Т-образным мостом операторным матричным методом.

– 2. Анализ фильтра верхних частот второго порядка с многоконтурной обратной связью.

– 3. Анализ схемы верхних частот 8-го порядка методом эквивалентных схем на основе

Согласована на портале № 19965

координатных уравнений для координат в сокращенном гибридном координатном базисе.

– 4. Анализ избирательного усилителя с двойным Т-образным мостом в цепи обратной связи методом эквивалентных схем в расширенной системе координат.

– 5. Анализ активного RC-звена методом переменных состояния.

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. Легостаев Н.С. Методы анализа и расчета электронных схем: Учебное пособие для вузов / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2006. – 109 с. ISBN 5-86889-304-2 (наличие в библиотеке ТУСУР - 80 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Легостаев Н.С. Методы анализа и расчета электронных схем : учеб. пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радио-электроники, 2006. – 302 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

2. Саликаев Ю.Р. Компьютерное моделирование. Численные методы анализа: учебное пособие / Ю.Р. Саликаев; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, кафедра электронных приборов. – Томск: ТМЦДО, 2005. – 109 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 11 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Легостаев Н.С. Методы анализа и расчета электронных схем: руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210106 «Промышленная электроника» / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов; Федеральное агентство по образованию, Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. – Томск: ТУСУР, 2006. – 215 с.: ил. (для практических занятий стр. 19-37; выполнения лабораторных работ стр. 19-50, 124-134; самостоятельной работы стр. 134-189; выполнения курсовой работы стр. 19-109, 134-189) (наличие в библиотеке ТУСУР - 85 экз.)

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Пакет прикладных программ Mathcad (для выполнения лабораторных работ и курсового проекта)

Согласована на портале № 19965