

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский–на–Амуре государственный университет»

Кафедра «Промышленная электроника»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
И.В. Макурин  
12 \_\_\_\_\_ 2017г.




## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Методы анализа и расчет электронных схем»  
основной профессиональной образовательной программы  
подготовки бакалавров по направлению  
11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»,  
профиль «Промышленная электроника»

Форма обучения            Заочная  
Технология обучения    Традиционная


Комсомольск–на–Амуре 20 17

Автор рабочей программы  
старший преподаватель


  
Р.В. Шибекко  
« 21 » 06 2016 г.

СОГЛАСОВАНО


Директор библиотеки

  
И.А. Романовская  
« 21 » 06 2016 г.


Заведующий кафедрой ПЭ

  
Д.А. Киба  
« 21 » 06 2016 г.

Декан факультета заочного и  
дистанционного обучения

  
М.В. Семибратова  
« 22 » 06 2016 г.

Начальник учебно-методического  
управления

  
Е.Е. Поздеева  
« 22 » 06 2016 г.

## Введение

Рабочая программа дисциплины «Методы анализа и расчет электронных схем» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 № 218, и основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника».

## 1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	<i>Методы анализа и расчет электронных схем</i>							
Цель дисциплины	Сформировать способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и микроэлектроники различного функционального назначения							
Задачи дисциплины	Знать методы анализа и расчета электронных схем. Знать методы решения оптимизационных задач. Уметь выполнять анализ и расчет электронных схем. Уметь оптимизировать электронные схемы. Владеть навыками расчета и оптимизации электронных схем.							
Основные разделы дисциплины	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проектирование;</li> <li>2. САПР;</li> <li>3. Математические модели;</li> <li>4. Анализ электронных схем;</li> <li>5. Оптимизация электронных схем.</li> </ol>							
Общая трудоемкость дисциплины	4 з.е. / 144 академических часов							
	Семестр	Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промеж. аттестация, ч	Всего за семестр, ч
		Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
7 семестр	10	8	–	–	126	–	144	
ИТОГО:		10	8	–	–	126	–	144

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Методы анализа и расчет электронных схем» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)

принимает участие дисциплина			
ПК–2 Способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения моделирования	31(ПК–2–4) Знать современные методы анализа и расчет электронных схем 32(ПК–2–4) Знать методы решения оптимизационных задач	У1(ПК–2–4) Уметь выполнять анализ и расчет электронных схем У2(ПК–2–4) Уметь оптимизировать электронные схемы	Н1(ПК–2–4) Владеть навыками расчета и оптимизации электронных схем

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы анализа и расчет электронных схем» изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Дисциплина является дисциплиной по выбору входит, в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированные дисциплинами «Материалы и элементы электронной техники», «Основы промышленной автоматики и робототехники», «Производственная практика». Результаты изучения дисциплины «Методы анализа и расчет электронных схем» будут использованы для успешной сдачи государственной итоговой аттестации.

Дисциплина «Методы анализа и расчет электронных схем» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения лекций и практических занятий.

Дисциплина «Методы анализа и расчет электронных схем» в рамках воспитательной работы направлена на формирование умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения.

Входной контроль при изучении дисциплины не проводится.

**4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 академических часов.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	14
В том числе:	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками) в том числе в форме практической подготовки:	6 2
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия) в том числе в форме практической подготовки:	8 2
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно–образовательной среде вуза	126
Промежуточная аттестация обучающихся	Зачет с оценкой

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				компетенции	ЗУН
1	2	4	3	5	6
<b>Раздел 1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ</b>					
<b>Тема 1.1</b> Блочно–иерархический подход к проектированию	Лекция	0.5	интерактивная	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)

Содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				компетенции	ЗУН
1	2	4	3	5	6
<b>Тема 1.2</b> Уровни, этапы, процедуры и маршруты проектирования	Лекция	0.5	традиционная	ПК-2	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4)
Проектирование	Практические занятия	2	традиционная	ПК-2	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4) У1(ПК-2-4)
Проектирование	СРС	1	подготовка к практическим занятиям	ПК-2	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4) У1(ПК-2-4)
Проектирование	СРС	2	подготовка к контрольному тесту	ПК-2	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4) У1(ПК-2-4)
<b>Текущий контроль по разделу 1</b>		тест	–	–	–
<b>ИТОГО по разделу 1</b>	Лекции	1	–	–	–
	Практические занятия	2	–	–	–
	СРС	3	–	–	–
<b>Раздел 2 САПР</b>					
<b>Тема 2.1</b> Виды обеспечения САПР	Лекция	0.5	традиционная	ПК-2	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4)
<b>Тема 2.2</b> Численные методы в САПР	Лекция	0.5*	традиционная	ПК-2	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4)
Численные методы в САПР	СРС	7	теоритические разделы дисциплины	ПК-2	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4)
<b>Тема 2.3</b> Автоматизация процессов проектирования	СРС	30	теоритические разделы дисциплины	ПК-2	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4)
САПР	Практические занятия	2	традиционная	ПК-2	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4) У1(ПК-2-4)
САПР	СРС	1	подготовка к практическим занятиям	ПК-2	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4) У1(ПК-2-4)
САПР	СРС	2	подготовка к контрольному тесту	ПК-2	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4) У1(ПК-2-4)
<b>Текущий контроль по разделу 2</b>		тест	–	–	–
<b>ИТОГО по разделу 2</b>	Лекции	1	–	–	–
	Практические	2	–	–	–

Содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				компетенции	ЗУН
1	2	4	3	5	6
	занятия				
	СРС	40	–	–	–
<b>Раздел 3 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ</b>					
<b>Тема 3.1</b> Модели полупроводникового диода	Лекция	0.5	традиционная	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)
Модели полупроводникового диода	СРС	3	теоритические разделы дисциплины	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)
<b>Тема 3.2</b> Модели биполярного транзистора	Лекция	0.5	традиционная	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)
Модели биполярного транзистора	СРС	3	теоритические разделы дисциплины	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)
<b>Тема 3.3</b> Модели полевого транзистора	Лекция	0.5	традиционная	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)
Модели полевого транзистора	СРС	3	теоритические разделы дисциплины	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)
<b>Тема 3.4</b> Модели полупроводниковых приборов и интегральных схем	Лекция	0.5*	интерактивная	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)
Модели полупроводниковых приборов и интегральных схем	СРС	5	теоритические разделы дисциплины	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)
Математические модели	Практические занятия	2	традиционная	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4) У1(ПК–2–4)
Математические модели	СРС	1	подготовка к практическим занятиям	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4) У1(ПК–2–4)
Математические модели	СРС	2	подготовка к контрольному тесту	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4) У1(ПК–2–4)
<b>Текущий контроль по разделу 3</b>		тест			
<b>ИТОГО по разделу 2</b>	Лекции	2	–	–	–
	Практические занятия	2	–	–	–

Содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				компетенции	ЗУН
1	2	4	3	5	6
	СРС	17	–	–	–
<b>Раздел 4 АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ</b>					
<b>Тема 4.1</b> Анализ схем методом четырехполюсника	СРС	3	теоритические разделы дисциплины	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4) У1(ПК–2–4)
<b>Тема 4.2</b> Анализ схем матрично–топологическим методом	Лекция	0.5*	интерактивная	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)
Анализ схем матрично–топологическим методом	СРС	3	теоритические разделы дисциплины	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4) У1(ПК–2–4)
<b>Тема 4.3</b> Анализ схем методом сигнальных графов	СРС	3	теоритические разделы дисциплины	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)
<b>Тема 4.4</b> Анализ схем во временной и частотной областях	СРС	3	теоритические разделы дисциплины	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)
<b>Тема 4.5</b> Анализ чувствительности	Лекция	0.5	традиционная	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)
Анализ чувствительности	СРС	3	теоритические разделы дисциплины	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)
<b>Тема 4.6</b> Анализы на наихудший случай и статистический анализ	СРС	1	теоритические разделы дисциплины	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)
Анализ электронных схем	СРС	2	подготовка к контрольному тесту	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4) У1(ПК–2–4)
<b>Текущий контроль по разделу 4</b>		тест	–	–	–
<b>ИТОГО по разделу 4</b>	Лекции	1	–	–	–
	СРС	18	–	–	–
<b>Раздел 5 ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ</b>					
<b>Тема 4.3</b> Методы анализа электронных схем анализа в САПР	Лекция	0.5*	традиционная	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)
Методы анализа	Практические	2*	традицион	ПК–2	31(ПК–2–4)



Содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				компетенции	ЗУН
1	2	4	3	5	6
электронных схем анализа в САПР	занятия		ная		32(ПК–2–4) У1(ПК–2–4) У2(ПК–2–4) Н1(ПК–2–4)
Методы анализа электронных схем анализа в САПР	СРС	1	подготовка к практическим занятиям	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4) У1(ПК–2–4)
<b>Тема 4.4</b> Структурный синтез и параметрический синтез	Лекция	0.5	интерактивная	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4)
Параметрическая оптимизация	СРС	50	РГР	ПК–2	31(ПК–2–4) 32(ПК–2–4) У1(ПК–2–4) У2(ПК–2–4) Н1(ПК–2–4)
<b>Текущий контроль по разделу 5</b>		РГР	–	–	–
<b>ИТОГО по разделу 5</b>	Лекции	1	–	–	–
	Практические занятия	2	–	–	–
	СРС	51	–	–	–
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>		Зачет с оценкой	–	–	–
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	Лекции	6	–	–	–
	Практические занятия	10	–	–	–
	СРС	126	–	–	–
<b>ИТОГО:</b> общая трудоемкость дисциплины 144 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 6 часов					

\* реализуется в форме практической подготовки

## 6 Самостоятельная работа обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину *«Методы анализа и расчет электронных схем»*, состоит из следующих компонентов: *подготовка к контрольному тесту, оформление расчетно–графической работы.*

Теоритические разделы дисциплины представлены в таблице 4. Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 5.

Таблица 4 – Теоритические разделы дисциплины

	Тема	Трудоемкость (в часах)
1	Автоматизация системного проектирования	5
2	Автоматизация функционально–логического проектирования	4

3	Автоматизация схемотехнического проектирования	4
4	Автоматизация конструкторского проектирования	4
5	Автоматизация технологического проектирования	3
6	Автоматизация геометрического проектирования	3
7	Численные методы в САПР	7
8	Модели полупроводникового диода	3
9	Модели биполярного транзистора	3
10	Модели полевого транзистора	3
11	Модели полупроводниковых приборов и интегральных схем	5
12	Анализ схем методом четырехполюсника	3
13	Анализ схем матрично–топологическим методом	3
14	Анализ схем методом сигнальных графов	3
15	Анализ схем во временной и частотной областях	5
16	Анализ чувствительности	3
17	Анализ на наихудший случай и статистический анализ	3
Итого		64

Таблица 5 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов при 17–недельном семестре

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																	Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Подготовка к тесту														1	1	1	1	4
Изучение теоретических разделов дисциплины	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64
Подготовка, оформление и защита расчетно-графической работы	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	50
<b>ИТОГО в 7 семестре</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>120</b>

## 7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 6 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4) У1(ПК-2-4)	Тест	Правильность ответов на вопросы
	У1(ПК-2-4) У2(ПК-2-4) Н1(ПК-2-4)	Практические задания	Полнота и правильность выполнения задания
Раздел 2	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4)	Тест	Правильность ответов на вопросы
	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4)	Практические задания	Полнота и правильность выполнения задания
Раздел 3	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4)	Тест	Правильность ответов на вопросы
	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4)	Практические задания	Полнота и правильность выполнения задания
Раздел 4	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4)	Тест	Правильность ответов на вопросы
Раздел 5	31(ПК-2-4) 32(ПК-2-4) У1(ПК-2-4) У2(ПК-2-4) Н1(ПК-2-4)	РГР	Полнота и правильность выполнения задания

Промежуточная аттестация проводится в форме *итоговой оценки*.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 7).

Таблица 7 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме итоговой оценки</i>				
1	Тест	в течение семестра	20 баллов	20 баллов – 91–100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 15 баллов – 71–90 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 10 баллов – 61–70 % правильных ответов – средний уровень знаний; 5 баллов – 51–60 % правильных ответов – низкий уровень знаний;

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				0 баллов – 0–50 % правильных ответов – очень низкий уровень знаний.
	Выполнение практических заданий			
	Практическое задание 1.	в течение семестра	5 баллов	30 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 25 баллов – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 15 баллов – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
	Практическое задание 2.		5 баллов	
	Практическое задание 3.		5 баллов	
	Практическое задание 4.		5 баллов	
	Практическое задание 5.		5 баллов	
	Практическое задание 6.		5 баллов	
3	Расчетно-графическая работа	в течение семестра	50 баллов	50 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 45 баллов – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 35 баллов – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 25 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
ИТОГО:		–	100 баллов	–
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
	0 – 64 баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для аттестации по дисциплине); 65 – 74 баллов – «удовлетворительно» (пороговый, минимальный уровень); 75 – 84 баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 баллов – «отлично» (высокий, максимальный уровень)			

## Вопросы теста

- 1) Процесс создания описания изделия это:
  - а) верификация
  - б) проектирование
  - в) анализ
  - г) синтез
  
- 2) Проектирование это:
  - а) исследование объекта, при заданных входных сигналах
  - б) разработка рекомендации по эксплуатации
  - в) моделирование объекта на ЭВМ
  - г) создание описания объекта
  
- 3) Первичное описание изделия это:
  - а) техническое задание
  - б) эскизный проект
  - в) рабочее предложение
  - г) рабочий проект
  
- 4) Техническое задание включает в себя...
  - а) первичные описания изделия
  - б) результаты моделирования на ЭВМ
  - в) результаты опытных исследований
  - г) отзывы эксплуатации опытной партии
  
- 5) Окончательное описание требуемого изделия это:
  - а) сводные таблицы испытаний опытных образцов
  - б) материалы по моделированию объекта
  - в) системы уравнений, описывающих объект
  - г) проектная документация
  
- 6) К объектам проектирования не относятся:
  - а) изделия
  - б) технология изготовления
  - в) инструмента изготовления
  - г) организация труда
  
- 7) Проблема большой формализации возникла из-за:
  - а) усложнения проектируемых устройств

- б) внедрения эвм в процесс проектирования
  - в) стремления упростить подзадачи проектирования
  - г) стремление отследить блочные связи в проектируемом устройстве
- 8) Автоматизация проектирования даёт:
- а) упрощение проектируемых устройств
  - б) сокращение сроков проектирования
  - в) усложнение проектируемых устройств
  - г) возможность упростить подзадачи проектирования
- 9) Основной подход к проектированию:
- а) верификационно– системный
  - б) блочно– системный
  - в) блочно– детальный
  - г) блочно– иерархический
- 10) Компоненты это:
- а) элементы более низкого уровня по отношению к данному
  - б) элементы более высокого уровня по отношению к данному
  - в) элементы самого низшего уровня
  - д) элементы самого высшего уровня
- 11) Термин “базовые элементы” имеет синоним:
- а) детали
  - б) компоненты
  - в) блоки
  - г) ячейки
- 12) В рамках блочно– иерархического подхода схемы делят на:
- а) кинематические, пневматические, схемы сцеплений
  - б) принципиальные, структурные, функциональные
  - в) монтажные, схемы соединений, схемы трассировки
  - г) схемы подключений, схемы установки, схемы трассировки
- 13) Иерархические уровни “Логический элемент – функциональный узел – функциональное устройство – функциональный компонент” используется при проектировании
- а) средств энергопитания
  - б) средств связи
  - в) средств магнитной записи
  - г) средств вычислительной техники
- 14) Иерархические уровни бывают только:
- А) вертикальные и наклонные
  - Б) горизонтальные
  - В) горизонтальные и наклонные
  - Г) вертикальные и горизонтальные
- 15) Какой порядок проектирования правильный:
- а) техническое проектирование – НИР – ОКР – рабочее проектирование – серийное производство

- б) НИР – ОКР – техническое проектирование – рабочее проектирование – серийное производство
  - в) ОКР – рабочее проектирование – техническое проектирование – НИР – серийное производство
  - г) рабочее проектирование – техническое проектирование – ОКР – НИР – серийное производство
- 16) НИР и ОКР это:
- а) уровни проектирования
  - б) результаты проектирования
  - в) стадии проектирования
  - г) объекты проектирования
- 17) Техническое предложение является результатом
- а) ОКР
  - б) рабочего проектирования
  - в) НИР
  - г) технического проектирования
- 18) НИР имеет результатом:
- а) опытный образец изделия
  - б) эскизный проект
  - в) рабочий проект
  - г) техническое предложение
- 19) Эскизный проект является результатом:
- а) ОКР
  - б) рабочего проектирования
  - в) НИР
  - г) технического проектирования
- 20) ОКР имеет результатом:
- а) опытный образец изделия
  - б) эскизный проект
  - в) рабочий проект
  - г) техническое предложение
- 21) САПР применяется на стадиях:
- а) эскизного, технического и рабочего проектирования
  - б) только для эскизного проектирования
  - в) только технического и рабочего проектирования
  - г) только рабочего проектирования
- 22) САПР это
- а) система автоматизированного проектирования
  - б) система автоматизированного прогнозирования
  - в) система автоматического проектирования
  - г) система автоматического прогнозирования
- 23) Составная часть любой стадии проектирования на одном иерархическом уровне это:
- а) проектная процедура
  - б) проектное решение



- в) проектные операции
  - г) этап проектирования
- 24) Формализованная совокупность действий, выполнение которых оканчивается проектным решением это:
- а) проектные процедуры
  - б) проектное решение
  - в) проектная операция
  - г) этап проектирования
- 25) Промежуточное или конечное описание объекта, необходимое и достаточное для определения дальнейших действий это:
- а) проектная процедура
  - б) проектное решение
  - в) проектная операция
  - г) этап проектирования
- 26) Действие или формализованная совокупность действий, составляющих часть проектной процедуры, алгоритм которых остаётся неизменным для ряда проектных процедур это:
- а) проектная процедура
  - б) проектное решение
  - в) проектная операция
  - г) этап проектирования
- 27) Если проектирование характеризуется тем, что решению задач более высоких иерархических уровней предшествует решению задач нижних уровней это:
- а) нисходящее проектирование
  - б) восходящее проектирование
  - в) этапное проектирование
  - г) процедурное проектирование
- 28) Проектирование, при котором вначале разрабатываются элементы, а затем система из этих элементов это:
- а) нисходящее проектирование
  - б) восходящее проектирование
  - в) этапное проектирование
  - г) процедурное проектирование
- 29) Выходные параметры это:
- а) показатели качества, по которым можно судить об экономичности системы
  - б) показатели качества, по которым можно судить о ремонтпригодности системы
  - в) показатели качества, по которым можно судить об эргономике системы
  - г) показатели качества, по которым можно судить о правильности функционирования системы
- 30) О правильности функционирования системы можно судить по:
- а) выходным параметрам
  - б) внутренним параметрам
  - в) внешним параметрам
  - г) показателям эффективности
- 31) Качественные оценки степени соответствия объекта его целевому назначению это:

- а) выходные параметры
  - б) внутренним параметрам
  - в) внешним параметрам
  - г) показателям эффективности
- 32) Связь элементов системы друг с другом это:
- а) структура системы
  - б) наполненность системы
  - в) иерархичность системы
  - г) правильность системы
- 33) Параметры элементов по-другому называются:
- а) параметры компонентов
  - б) внутренние параметры
  - в) внешние параметры
  - г) параметры связи элементов
- 34) Выходные параметры зависят:
- а) от внутренних параметров и параметров связи элементов
  - б) только от внутренних параметров
  - в) только от внешних параметров
  - г) от внутренних и внешних параметров
- 35) Величины, характеризующие состояние объекта называются:
- а) входные функционалы
  - б) фазовые переменные
  - в) переменные взаимосвязи
  - г) переменные рабочей области
- 36) По фазовым переменным можно судить о:
- а) устойчивости системы
  - б) частотных свойствах системы
  - в) состоянии системы вообще
  - г) импульсных свойствах системы
- 37) Параметр устройства “Максимально допустимая нагрузка” можно отнести к:
- а) пороговым выходным данным
  - б) показателям эффективности
  - в) предельным внутренним параметрам
  - г) пороговым параметрам возмущения системы
- 38) К пороговым выходным параметрам трансформатора можно отнести:
- а) типовая мощность
  - б) номинальная нагрузка
  - в) допустимый нагрев обмоток
  - г) рабочий ток первичной обмотки
- 39) Как правило, основную часть ТЗ составляют:
- а) требования к параметрам компонентов
  - б) требования к внешним воздействиям
  - в) требования к показателям эффективности
  - г) требования к выходным параметра

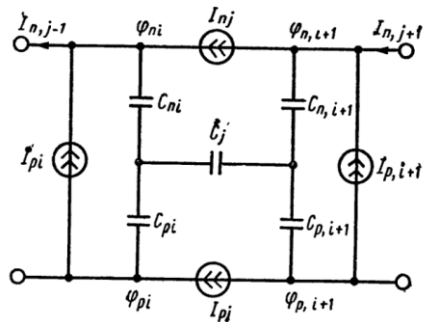
- 40) Требования к выходным параметрам в ТЗ это:
- а) технические требования
  - б) экономические требования
  - в) эргономические требования
  - г) эксплуатационные требования
- 41) Соотношение между выходными параметрами и техническими требованиями это:
- а) условие работоспособности
  - б) условие стабильности
  - в) условие устойчивости
  - г) условия эксплуатации
- 42) Условие работоспособности – это соотношение между:
- а) внутренними параметрами и условиями
  - б) выходными параметрами и техническими требованиями
  - в) условиями эксплуатации и внутренними параметрами
  - г) показателями эффективности и условиями эксплуатации
- 43) Условия для входного сопротивления усилителя в ТЗ  $R_{вх} \geq M_{ом}$  можно отнести к:
- а) условиям эксплуатации
  - б) условиям внешней среды
  - в) задающим воздействиям
  - г) условиям работоспособности
- 44) Проектирование сводится к решению группы задач, относящихся к задачам:
- а) синтеза и анализа
  - б) анализа
  - в) синтеза
  - г) либо синтеза либо анализа
- 45) Изучение свойств объекта – это:
- а) синтез
  - б) оптимизация
  - в) анализ
  - г) верификация
- 46) При анализе производится:
- а) изучение новых объектов
  - б) изучение новых элементов
  - в) формирование тз
  - г) изучение свойств объекта
- 47) Синтез нацелен на:
- а) исследование новых объектов
  - б) создание новых объектов
  - в) испытание новых объектов
  - г) описание эксплуатации новых объектов
- 48) Проектная документация это:
- а) сводные таблицы опытных образцов
  - б) окончательное описание требуемого изделия

- в) итоговая система уравнений, описывающих объект
  - г) материалы по моделированию объекта
- 49) Блочный– иерархический подход является основой процесса:
- а) проектирования
  - б) изготовления опытных образцов
  - в) создания технологической документации
  - г) создания математического описания объекта
- 50) Элементами самого низшего уровня являются:
- а) узлы
  - б) блоки
  - в) компоненты
  - г) модули
- 51) Термин “компоненты” имеет синоним
- а) детали
  - б) блоки
  - в) модули
  - г) базовые элементы
- 52) Система автоматизированного управления это:
- а) САПР
  - б) АСУТП
  - в) АПУ
  - г) УПАС
- 53) Внутренние параметры по–другому называются:
- а) параметры откликов
  - б) параметры элементов
  - в) параметры воздействий
  - г) параметры условий
- 54) Показатели эффективности это:
- а) количественная оценка соответствия энергетических показателей гостам
  - б) количественная оценка соответствия эргономических показателей гостам
  - в) количественная оценка соответствия эстетических показателей гостам
  - г) количественные оценки степени соответствия объекта его целевому назначению
- 55) Структура системы это:
- а) связь элементов эквивалентной схемы друг с другом
  - б) связь элементов системы друг с другом
  - в) связь параметров системы друг с другом в матрице системы
  - г) связь выходных и входных сигналов друг с другом
- 56) Требования к выходным параметрам формируются в:
- а) техническом задании
  - б) задании на проектирование технологической документации
  - в) задании на моделирование системы
  - г) задании на эксперимент
- 57) Физико–топологические модели транзистора представляют собой:

- а) система ЛАУ
- б) система НАУ
- в) система ДУ в полных дифференциалах
- г) система ДУ в частных дифференциалах

58) Одна из схемных моделей транзистора это

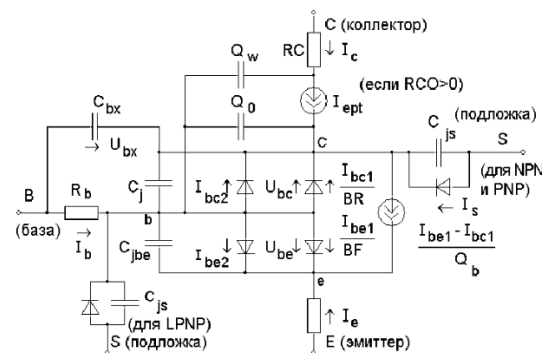
- а) модель Таргата
- б) модель Линвилла
- в) модель Эйзенхауэра
- г) модель Ландау



59)

изображена секция модели транзистора

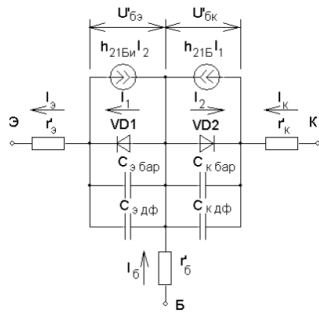
- а) Гуммеля–Пуна
- б) Ландау
- в) Эйзенхауэра
- г) Линвилла



60)

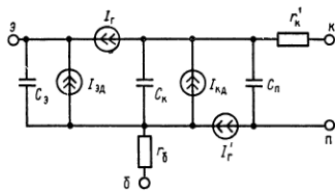
изображена модель транзистора

- а) Гуммеля–Пуна
- б) Эберса — Молла
- в) Эйзенхауэра
- г) Линвилла



61) изображена модель транзистора

- а) Гуммеля–Пуна
- б) Эйзенхауэра
- в) Эберса — Молла
- г) Линвилла



62) изображена модель транзистора

- а) СВЧ
- б) интегрального
- в) гибридного
- г) НЧ–линейная

63) Анализ чувствительности может использовать

- а) метод приращений
- б) метод разреженной матрицы
- в) метод прямого дифференцирования
- г) метод линеаризации

64) Метод Монте–Карло используется при

- а) анализе схем во временной области
- б) анализе на наихудший случай
- в) статистическом анализе
- г) анализе схем в частотной области

## Практические задания

### Практическое задание 1. Проектирование

1. Автоматизация системного проектирования.
2. Автоматизация функционально–логического проектирования.
3. Автоматизация схемотехнического проектирования.
4. Автоматизация конструкторского проектирования.
5. Автоматизация технологического проектирования.
6. Автоматизация геометрического проектирования.

### Практическое задание 2. Численные методы в САПР

1. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса.
2. Решение нелинейных уравнений методом деления отрезка пополам.
3. Решение нелинейных уравнений методом итераций.
4. Решение нелинейных уравнений методом хорд.
5. Решение нелинейных уравнений методом касательных.
6. Решение систем нелинейных уравнений методом итераций.
7. Решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона–Рафсона.
8. Решение дифференциальных уравнений в САПР.
9. Интерполяция по Лагранжу.
10. Интерполяция по Ньютону.
11. Численное интегрирование

### ***Практическое задание 3. Математические модели***

1. Моделирование линейной модели полупроводникового диода.
2. Моделирование нелинейной, модели полупроводникового диода.
3. Моделирование кусочно–линейной модели полупроводникового диода.
4. Получение ВАХ.
5. Моделирование физических малосигнальных моделей биполярного транзистора.
6. Получение ВАХ.
7. Моделирование эквивалентной схемы полевого транзистора с управляющим р–п–переходом.
8. Моделирование эквивалентной схемы МОП–транзистора.
9. Моделирование модели интегрального биполярного транзистора.
10. Оригинальные модели интегральных элементов.

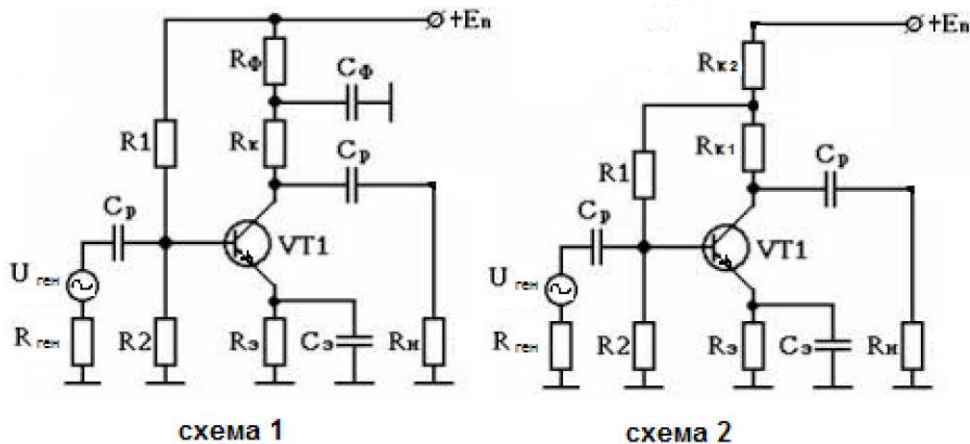
### ***Практическое задание 6. Методы анализа электронных схем анализа в САПР***

1. Анализ усилительных линейных схем методом четырехполюсника.
2. Анализ разветвленной схемы матрично–топологическим методом.
3. Формирование сигнальных графов пассивных цепей.
4. Формирование сигнальных графов активных цепей.
5. Анализ разветвленной схемы методом сигнальных графов.
6. Анализ усилительных схем во временной и частотной областях.
7. Анализ чувствительности для усилительных схем.
8. Анализ чувствительности для схем релаксационных генераторов.

### **Расчетно–графическое задание**

Для закрепления знаний и умений в программу дисциплины введено расчетно–графическое задание. Основная задача – произвести оптимизацию схемы усилительного каскада.

Оптимизируемая схема представляет собой усилительный каскад собранного по схеме ОЭ либо с коррекцией НЧ либо с ООС и работающий на синусоидальный сигнал звуковой частоты.



Варианты заданий представлены в таблице 8.

Таблица 8– Варианты заданий

№ варианта	Номер схемы	$R_{ген.},$ Ом.	$R_{н.},$ Ом.	$f_{вх.},$ кГц
1	1	0.1	90	16
2	2	0.2	30	18
3	1	0.2	50	5
4	2	0.2	40	19
5	1	0.1	80	17
6	2	0.2	60	15
7	1	0.1	30	10
8	2	0.2	40	12
9	1	0.1	80	14
10	2	0.2	100	16
11	1	0.1	40	18
12	2	0.2	50	7
13	1	0.1	60	19
14	2	0.2	80	1
15	1	0.1	100	7
16	2	0.2	40	16
17	1	0.1	30	18
18	2	0.2	50	8
19	1	0.1	40	10
20	2	0.2	70	12
21	1	0.1	60	14
22	2	0.2	30	16
23	1	0.1	40	18
24	2	0.2	80	12



25	1	0.1	100	19
26	2	0.2	40	17
27	1	0.1	50	15
28	2	0.2	60	10
29	1	0.1	70	12
30	2	0.2	30	14

В таблице указаны:

$R_{ген}$  – внутреннее сопротивление источника входного сигнала;

$R_n$  – сопротивление нагрузки;

$f_{вх}$  – частота входного сигнала.

Структура РГР следующая:

- Титульный лист.
- Бланк задания.
- Содержание.
- Обзорная часть.
  - Структура процесса проектирования.
  - Состав САПР.
  - Классификация математических моделей.
  - Оптимизация. Критерии и методы.
- Практическая часть.
  - Модель Эберс–Молла транзистора.
  - Модель транзистора в физических параметрах.
  - Оптимизация каскада.
- Заключение.
- Список используемых источников.

Задачей РГР является оптимизация усилительного каскада звуковой частоты при работе на синусоидальный сигнал. Транзистор не должен выходить за пределы активного режима, т.е. синусоидальный сигнал на выходе усилителя не должен искажаться. Оптимизируются три выходных параметра:

- $K_u$  – коэффициент усиления схемы по напряжению;
- $f_n$  – нижняя частота диапазона;
- $I_{номр.}$  – ток потребления.

Амплитуда входного синусоидального сигнала 0.05 В. Напряжение питания +12 В. Все резисторы в начале принять номиналом 1 кОм (кроме  $R_{ген}$  – внутреннего сопротивления источника входного сигнала и  $R_n$  – сопротивления нагрузки – берется из таблицы по варианту), а конденсаторы номиналом 1 пикофарад. Для оптимизации выбираются все компоненты схемы кроме сопротивления нагрузки, сопротивления источника сигнала, самого источника сигнала. Шаг изменения внутреннего параметра должен быть четко обоснован (желательно, чтобы он был переменным и уменьшался при подходе к максимальному значению целевой функции). После оптимизации надо четко

знать, и зафиксировать это в заключении, полученную точность оптимизации (насколько точно найден максимум или максимальное значение целевой функции). Ток потребления (среднее его значение за период) является суммой токов схемы в режиме покоя. Нижняя частота схемы путем оптимизации уменьшается, однако работу схемы в редакторе моделирования производят для фиксированной частоты (которая задана в варианте). Таким образом, в результате оптимизации из рассчитанного относительно узкополосного усилительного каскада получают более или менее широкополосный усилитель звуковой частоты (от 100 Гц до 20кГц). Естественно, надо следить, чтобы синусоидальный сигнал на выходе не искажался. На каждом шаге оптимизации параметр каждого компонента менять не менее 8 раз (малый шаг изменения параметра компонента). Произвести не менее 4–х циклов оптимизации.

Пример бланка задания:

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Промышленная электроника»

Расчетно-графическое работа по дисциплине  
*«Методы анализа и расчета электронных схем»*

Студент \_\_\_\_\_ группа \_\_\_\_\_

Расчитать и оптимизировать усилитель, собранный по схеме ОЭ на биполярном транзисторе, при заданных расчетных данных:

- напряжение на нагрузке (действующее значение)  $U_n$  В. \_\_\_\_\_;
- сопротивление нагрузки  $R_n$ , Ом. \_\_\_\_\_;
- частота входного сигнала  $f$ , кГц. \_\_\_\_\_;
- сопротивление генератора  $R_{ген}$ , Ом \_\_\_\_\_.

Срок выполнения \_\_\_\_\_

Задание выдал \_\_\_\_\_

### **Вопросы для сдачи теоритических разделов**

1. Автоматизация системного проектирования.
2. Автоматизация функционально–логического проектирования.

3. Автоматизация схемотехнического проектирования.
4. Автоматизация конструкторского проектирования.
5. Автоматизация технологического проектирования.
6. Автоматизация геометрического проектирования.
7. Численные методы в САПР.
8. Модели полупроводникового диода.
9. Модели биполярного транзистора.
10. Модели полевого транзистора.
11. Модели полупроводниковых приборов и интегральных схем.
12. Анализ схем методом четырехполюсника.
13. Анализ схем матрично–топологическим методом.
14. Анализ схем методом сигнальных графов.
15. Анализ схем во временной и частотной областях.
16. Анализ чувствительности.
17. Анализы на наихудший случай и статистический анализ.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1. Тимохин, А. Н. Моделирование систем управления с применением Matlab [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Н. Тимохин, Ю. Д. Румянцев. – М. : ИНФРА–М, 2017. – 256 с. // ZNANIUM.COM : электронно–библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
2. Бонч–Бруевич А.М. Анализ результатов схемотехнического моделирования в пакетах FLUID–SIM–E10 и MATLAB [Электронный ресурс]: методические указания/ Бонч–Бруевич А.М.– М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2013.– 28 с. // IPRbooks: электронно–библиотечная система.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31372.html>, ограниченный. – Загл. с экрана.
3. Марущенко, С. Г. Компьютерное моделирование электронных схем : учебное пособие / С. Г. Марущенко. – Комсомольск–на–Амуре : Изд–во Комсомольского–на–Амуре гос.техн.ун–та, 2016. – 194 с.
4. Норенков, И.П. Основы теории и проектирования САПР: учебное пособие для втузов / И. П. Норенков, В. Б. Маничев. – М.: Высшая школа, 1990. – 335с.
5. Черных, И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystem и Simulink [Электронный ресурс] / И.В. Черных. – Саратов: Профобразование, 2017. – 288 с. // IPRbooks: электронно–библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbooksshop.ru/63804.html>, ограниченный. – Загл. С экрана.
6. Ушаков, Д.М. Введение в математические основы САПР [Электронный

ресурс]: курс лекций / Д.М. Ушаков – Саратов: Профобразование, 2017. – 208 с. // IPRbooks: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63818.html>, ограниченный. – Загл. С экрана.

## 8.2 Дополнительная литература

1. Евгеньев, Г.Б. Интеллектуальные системы проектирования: учебное пособие для вузов / Г. Б. Евгеньев. – 2-е изд., доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2012. – 411с. – (Информатика в техническом университете).

2. Кудрявцев, Е.М. Основы автоматизированного проектирования: учебник для вузов / Е. М. Кудрявцев. – М.: Академия, 2011. – 295 с. – (Высшее профессиональное образование).

3. Петров, М.Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем: учебное пособие для вузов / М. Н. Петров, Г. В. Гудков. – СПб.: Лань, 2011. – 462с. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

4. Малюх, В.Н. Введение в современные САПР: курс лекций / В. Н. Малюх. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 191с.

5. Загидуллин, Р. Ш. FLUID–SIM–E, LabView, Signal Express. Практика автоматизированного проектирования электронных устройств / Р. Ш. Загидуллин. – М. : Горячая линия – Телеком, 2009. – 366 с.

## 9 Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. FLUID–SIM–E [Электронный ресурс]: Сайт «Паяльник» – Режим доступа: <http://schem.net/software/FLUID–SIM–E.php> (Дата обращения 16.04.2018)

2. FLUID–SIM–E– программа для моделирования электрических схем [Электронный ресурс]: Сайт группы «PRO–SPO.RU» – Режим доступа: <http://pro-spo.ru/information-required-to-install/1685-FLUID-SIM-E>(Дата обращения 10.05.2018)

3. Моделирование схем в программе FLUID–SIM–E[Электронный ресурс]: Сайт интернет–журнала «ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ». – Режим доступа: <http://www.sxemotehnika.ru/zhurnal/modelirovanie-skhem-v-programme-FLUID-SIM-E.html> (Дата обращения 05.05.2018)

4. И.В.Черных. «PSM: Инструмент моделирования динамических систем» [Электронный ресурс]: Сайт интернет–журнала «MATLAB exponenta». – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/PSM/book1/> (Дата обращения 28.04.2018)

## 10 Методические указания для обучающегося

Изучение дисциплины «Методы анализа и расчет электронных схем» осуществляется в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студента. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций, лабораторных занятий. Разделы дисциплин следует изучать последовательно, начиная с первого.

Каждый раздел, формирует необходимые условия для создания системного представления о предмете дисциплины.

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений. СРС включает следующие виды работ:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- опережающую самостоятельную работу;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к мероприятиям текущего контроля;
- подготовку к промежуточной аттестации (зачету с оценкой).

Студенту необходимо усвоить и запомнить основные термины, понятия и их определения, подходы, концепции и методики.

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется во время аудиторных занятий. Для этого, во время лекций используются элементы дискуссии и контрольные вопросы. Уровень освоения умений и навыков проверяется в процессе лабораторных и практических занятий. Для этого используются задания, подготовленные студентами во время семестра и предназначенные для текущего контроля (таблица 6).

Промежуточная аттестация (зачет с оценкой) производится в конце семестра и также оценивается в баллах. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов по результатам прохождения технологической карты (таблица 7).

Подробные методические указания и варианты заданий по выполнению лабораторных работ и контрольной работы присутствуют в системе электронного документооборота Alfresco.

### **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В процессе подготовки и написания отчёта по практике активно используется Microsoft Word, информационно–справочная система «КонсультантПлюс», программы для моделирования электронных схем FLUID–SIM–Еи PSM.

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно–образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно–телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>.

Созданная информационно–образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством

организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

## 12 Описание материально–технической базы, необходимой для изучения дисциплины, находящейся в университете

Для реализации программы практики «Методы анализа и расчет электронных схем» на базе ФГБОУ ВО «КНАГУ» на кафедре промышленной электроники используется материально–техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7– Материально–техническое обеспечение практики

Ауд.	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования	Лицензия
211/3	Лаборатория компьютерного проектирования и моделирования	Персональный компьютер IntelCorei3–4330 3,5 ГГц, ОЗУ 4 ГБ	Информационно–справочная система «КонсультантПлюс»	Договор № 95 от 17 мая 2017
			Microsoft® Office Professional Plus 2010 Russian	Лицензионный сертификат № 47019898 от 11.06.2010
			FLUID–SIM–E	Бесплатная <a href="https://fluidsim.en.uptodown.com/windows">https://fluidsim.en.uptodown.com/windows</a>
			PSM	Программа создана на кафедре ЭПиАПУ