

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.01.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы математического моделирования полупроводниковых
преобразователей
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

13.06.01 Электро- и теплотехника

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВО)

Силовая электроника

(направленность (профиль)/специализация)

Форма обучения: очная

Год набора: 2017

Распределение часов дисциплины по курсам и видам занятий (по учебному плану)

Количество ЗЕТ	3						
Часов по РУП	108						
Виды контроля на курсах	Экзамены	Зачеты		Курсовые проекты	Курсовые работы	Контрольные работы (для заочной формы обучения)	
		4					
	№№ курса						
	1	2	3	4	5	6	Итого
ЗЕТ по курсам				3			3
Лекции				4			4
Лабораторные							
Практические				4			4
Контактная работа				8			8
Сам. работа				100			100
Контроль							
Итого				108			108

Тольятти, 2017

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 13.06.01 «Электро- и теплотехника»
(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВО)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры «Промышленная электроника» (протокол заседания № 11 от 04.07.2017 г.)



Рецензент

(должность, ученое звание, степень)

«__»____20__г.

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Срок действия рабочей программы дисциплины до «30» июня 2020 г.

Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:

Протокол заседания кафедры № ____ от «__»____20__г.

Протокол заседания кафедры № ____ от «__»____20__г.

Протокол заседания кафедры № ____ от «__»____20__г.

Протокол заседания кафедры № ____ от «__»____20__г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой «Промышленная электроника»

«__»____20__г.

(подпись)

А.А Шевцов
(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ
дисциплины (учебного курса)

Б1.В.ДВ.01.01 Методы математического моделирования
полупроводниковых преобразователей

1. Цель и задачи изучения дисциплины (учебного курса)

Цель изучения дисциплины – формирование у слушателей современного подхода к автоматизированному анализу полупроводниковых преобразователей.

Задачи:

1. Ознакомление слушателей с моделями базовых электронных компонентов методами автоматизированного анализа устройств промышленной электроники и происходящих в них процессов;
2. Ознакомление слушателей с используемыми при построении программ анализа математическими моделями;
3. Обучение слушателей работе с программами анализа полупроводниковых преобразователей.

2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть, дисциплина по выбору).

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс):

- Полупроводниковые приборы;
- Методы анализа и расчета электронных схем;
- Системы автоматизированного проектирования устройств электроники;
- Компьютерные технологии в научных исследованиях.

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса):

- Подготовка диссертации.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (учебному курсу), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые и контролируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
- способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1)	Знать: особенности анализа полупроводниковых преобразователей
	Уметь: определять проблемы при анализе полупроводниковых преобразователей
	Владеть: методами и средствами решения проблем анализа полупроводниковых преобразователей
- способность использовать результаты освоения дисциплины (ОПК-2)	Знать: методы математического моделирования полупроводниковых преобразователей и математические модели базовых электронных компонентов
	Уметь: использовать методы математического моделирования при анализе полупроводниковых преобразователей
	Владеть: полученными при изучении дисциплины «Методы математического моделирования полупроводниковых преобразователей» навыками
- способность	Знать: основы компьютерных технологий анализа

самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4)	полупроводниковых преобразователей
	Уметь: использовать информационные и компьютерные технологии в своей научной деятельности
- способностью ориентироваться в полном спектре научных проблем профессиональной области (ПК-1)	Владеть: современными компьютерными технологиями анализа полупроводниковых преобразователей
	Знать: современные методы организации труда в научно-исследовательском коллективе; достижения науки и передовые технологии в области электроники и электротехники
	Уметь: планировать работу научно-исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности
	Владеть: навыками научной организации деятельности исследовательского коллектива

4. Содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
Модуль №1 Численная математика	Интерполяция Аппроксимация Вычисление интегралов
Модуль №1	Решение систем дифференциальных уравнений
Модуль №1	Методы решение систем диф. уравнений
Модуль №2. Сеточные методы	Задачи электро- и магнитостатики
Модуль №2.	Метод конечных элементов.
Модуль №2.	Задачи упругости и теплопроводности
Модуль №2.	Метод граничных элементов.
Модуль №3.. Составление и анализ схем	Модели простейших электронных компонентов
Модуль №3..	Модели диодов и транзисторов
Модуль №3..	Модели электромагнитных устройств
Модуль №3..	Модели трансформаторов
Модуль №3..	Расчёт временных и частотных характеристик.

Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса) – 3 ЗЕТ.

4. Структура и содержание дисциплины (учебного курса)

4.1 Структура и содержание дисциплины (учебного курса) Методы математического моделирования электротехнических систем

Курс изучения 4

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы						Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименова ние оценочного средства)	Рекомендуе мая литература (№)	
		Контактная работа (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательную технологию	в часах				формы организации самостоятельной работы
		лекций	лабораторных	практических							
Раздел 1 Моделирование в электротехнике	1.1 Задачи, решаемые в электротехнике; 1.2. Виды моделей для изучения электротехнических объектов и систем: электродинамические, аналоговые, гибридные, математические; 1.3. Исторический ход развития моделирования; 1.4. Моделирование как один из основных инструментов развития инновационных направлений электротехники.	2			-	Установочная лекция. Информационная лекция	30	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям. Подготовка к практическим занятиям	Проектор Ноутбук Экран	Проверка выполнения практических заданий.	1-4

Раздел 2 Современные технологии моделирования электротехнических систем	2.1. Моделирование для инженерно-практических расчётов; 2.2. Моделирование для решения научных задач исследования отдельных элементов и фрагментов электротехнических систем; 2.3. Исследование функционирования физических образцов отдельных устройств; 2.4. Тенденции развития технологий и средств моделирования.	2		2	-	Информационная лекция, практические занятия в группах	40	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям. Подготовка к практическим занятиям	Проектор Ноутбук Экран	Проверка выполнения практических заданий.	1-4
Раздел 3 Программные комплексы для решения задач по моделированию в электротехнике	3.1. Программные средства по расчёту статических режимов; 3.2. Программы динамического моделирования с учётом электромагнитных переходных процессов; 3.3. Программно-			2	-	Практические занятия в группах	30	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям. Подготовка к практическим занятиям	Проектор Ноутбук Экран	Проверка выполнения практических заданий.	2, 3, 4

	аппаратные моделирующие комплексы, функционирующие в режиме реального времени.										
Итого:		4		4			100				
		108									

5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

5.1 Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине Методы математического моделирования электротехнических систем

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки
Оценка выполнения практических заданий	Необходимо посещение лекционных и практических занятий	«Зачтено» - студент выполнил практические задания. «Не зачтено» - студент не выполнил практические задания.

Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Зачет	Для допуска к зачету необходимо выполнение всех форм текущего контроля	«зачтено»	Студент продемонстрировал исчерпывающие, последовательные и логически стройные ответы на вопросы
		«не зачтено»	Студент не ответил на вопросы

6. Критерии и нормы оценки курсовых работ (проектов)

Данный раздел не предусмотрен учебным планом

7. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)

Данный раздел не предусмотрен учебным планом

8. Вопросы к зачету

№ п/п	Вопросы
1	По каким признакам различают переменные в математических моделях?
2	Чем различаются прямые и обратные задачи исследования объекта при его моделировании?
3	Как подразделяются дискретные переменные в математических моделях?
4	Поясните свойство адекватности математической модели.
5	Назовите попарно противоположные свойства объектов с точки зрения моделирования.
6	Что представляют собой математические модели на микро-уровне?
7	Что представляют собой математические модели на макро-уровне?
8	Назовите основные электрические и магнитные свойства ЛЭП.
9	Поясните физический смысл параметров ВЛ.
10	Какие уравнения называются уравнениями длинной линии?
11	Как можно вычислить напряжение и ток в произвольной точке на линии?
12	Как получаются уравнения идеальной линии?
13	Как найти параметры П-образной схемы замещения линии?
14	В каких случаях можно пользоваться упрощенными моделями ВЛ?
15	Поясните физический смысл параметров схемы замещения трансформатора.
16	Какой трансформатор называется идеальным и совершенным?
17	Нарисуйте Г-образную схему замещения трансформатора.
18	Как определяются параметры Т-образной схемы замещения трансформатора?
19	Что такое статические характеристики нагрузки?
20	Что такое регулирующий эффект нагрузки?
21	Какие существуют основные виды электрических нагрузок?
22	Какие нагрузки не потребляют реактивной мощности?
23	Как изменяется регулирующий эффект по реактивной мощности асинхронного двигателя при снижении напряжения?
24	Какие математические модели используются для моделирования электрической нагрузки в установившихся режимах?
25	Какие схемы замещения используются для моделирования нагрузки?
26	Как с помощью графов моделируются элементы электрической сети: линия электропередачи, трансформатор и др.?
27	Какой узел схемы электрической сети называется балансирующим?
28	Какой узел схемы электрической сети называется базисным?
29	Какие узлы в схеме электрической сети относят к генераторным узлам?
30	Какие существуют критерии эквивалентности исходной и эквивалентной схем электрических сетей?
31	В каких случаях для расчетов схем электрических сетей удобно использовать

№ п/п	Вопросы
	четырёхполюсники?
32	Какие основные этапы можно выделить в модельном исследовании (построении модели)?
33	Какие существуют два основных способа формирования модели?
34	В чем заключается аналитический способ построения модели?

9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

9.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине Методы математического моделирования электротехнических систем

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Раздел 1 Моделирование электротехнике в	ОПК-1, 2, 4	Выполнение практических заданий.
2	Раздел 2 Современные технологии моделирования электротехнических систем	ОПК-1, 2, 4	Выполнение практических заданий.
3	Раздел 3 Программные комплексы для решения задач по моделированию электротехнике в	ОПК-1, 2, 4	Выполнение практических заданий.

9.2. 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 по дисциплине Методы математического моделирования электротехнических систем

9.2.1. Практические задания

Сформировать и визуализировать сигналы заданной формы

Задание 1

$$y = (1 + 2 \sin(2t))^2$$

Указание. Использовать блоки: Constant, Integrator, Gain, Trigonometric Function, Math Function, Sum, Scope,.

Задание 2

$$y = \sqrt{1 + 0.5 \sin(2t)}$$

Указание. Использовать те же блоки, что и в упр. 1, перестроив блок Math Function.

Задание 3

- $y = t \cdot e^{-t^2} \cdot \cos(2\pi t)$

Указание. Использовать блоки: Constant, Integrator, Gain, Trigonometric Function, Math Function, Product, Scope.

Задание 4

- $y = 3.5 + 0.3t - 0.06t^2 - \sqrt{e^{-2t} + t^2}$

Указание. Использовать в необходимых количествах блоки: Constant, Integrator, Gain, Math Function, Sum, Scope.

Задание 5

- $y = \min(5t, 100 - 2t^2)$

Указание. Использовать блоки: Constant, Integrator, Gain, Math Function, Sum, MinMax, Scope.

Задание 6

- $y = \sqrt{|-100 + 20t|}$

Указание. Использовать блоки: Constant, Integrator, Gain, Abs, Math Function, Scope.

Сформировать структурные схемы

Задание 7. Сформировать структурную схему системы, генерирующую фигуру эллипса на экране виртуального двухкоординатного регистратора XY Graph на основе параметрического задания уравнения эллипса:

$$x(t) = A \cdot \sin(\omega t),$$

$$y(t) = B \cdot \cos(\omega t).$$

при следующих значениях параметров: $A=5$, $B=2$, $\omega=\pi/5$.

Указание. Использовать блоки: Ramp, Gain, Trigonometric Function, XY Graph, установить необходимые масштабы по осям двухкоординатного регистратора.

Задание 8. Сформировать структурную схему системы, генерирующую фигуру спирали на экране виртуального двухкоординатного регистратора XY Graph на основе параметрического задания математической модели спирали:

$$x(t) = (10 - t) \cdot \sin(0.4\pi t),$$

$$y(t) = (10 - t) \cdot \cos(0.4\pi t).$$

Указание. Использовать блоки: Constant, Integrator, Gain, Trigonometric Function, Product, Scope, XY Graph, установить необходимые масштабы по осям двухкоординатного регистратора.

Задание 9. Построить структурную схему генератора системы базисных функций

$$S_k(t) = \{e^{-kt}\}_{k=0}^4.$$

Указание. Использовать блоки: Constant, Integrator, Gain, Math Function, Mux, Scope.

Задание 10. Построить структурную схему генератора системы базисных функций

$$S_k(t) = \{\sin kt, \cos kt\}_{k=0}^4.$$

Указание. Использовать блоки: Constant, Integrator, Gain, Trigonometric Function, Mux, Scope.

Задание 11. Построить структурную схему генератора системы базисных функций

$$S_k(t) = \{1, t, \sin t\}$$

Указание. Использовать блоки: Constant, Integrator, Gain, Trigonometric Function, Mux, Scope.

Критерии оценки:

- оценка «Зачтено» выставляется студенту, если студент выполнил практическое задание;
- оценка «Не зачтено» - если студент не выполнил практическое задание.

10. Образовательные технологии и методические указания по освоению дисциплины (учебного курса)

Лекционные и практические занятия проводятся по традиционной технологии с применением для части практических и лекционных занятий интерактивных методов преподавания дисциплины «Методы математического моделирования электротехнических систем».

Установочная лекция включает обзор основного материала предмета, дает студентам общие установки на самостоятельное овладение содержанием курса или его части. Лекция такого типа, как правило, носит объяснительный характер, возможно, с использованием демонстрационного материала.

Информационная лекция имеет информативный характер. На ней преобладает монолог преподавателя, материал подается в расчете на самостоятельную работу студентов.

Практические занятия имеют своей целью углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции в обобщенной форме, и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания студентов и выступают как средства оперативной обратной связи, помогают привить навыки поиска, обобщения и изложения учебного материала.

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (учебного курса)

11.1. Обязательная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум и др.)	Количество в библиотеке
1	Тупик Н. В. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Тупик. - Саратов : Вузовское образование, 2013. - 230 с. : ил. - (Высшее образование)	Учебное пособие	ЭБС «IPRbooks»
2	Моделирование в электроэнергетике [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ф. Шаталов [и др.] ; Ставропольский государственный аграрный университет. - Ставрополь : АГРУС, 2014. - 140 с. - ISBN 978-5-9596-1059-3.	Учебное пособие	ЭБС «IPRbooks»
3	Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : учебник / В. М. Градов [и др.]. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2017. - 264 с. - ISBN 978-5-906818-79-9	Учебник	ЭБС «ZNANIUM.COM»
4	Исаев Ю. Н. Практика использования системы MathCad в расчетах электрических и магнитных цепей [Электронный ресурс] : [учеб. пособие] / Ю. Н. Исаев, А. М. Купцов. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2013. - 180 с.	Учебное пособие	ЭБС «IPRbooks»

11.2. Дополнительная литература и учебные материалы (аудио-, видеопособия и др.)

- фонд научной библиотеки ТГУ:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
5	Решмин Б. И. Имитационное моделирование и системы управления [Электронный ресурс] : учеб.-практ. пособие / Б. И. Решмин. - Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. - 74 с. : ил. - ISBN 978-5-9729-0120-3	Учебно-практическое пособие	ЭБС "ZNANIUM.COM"

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
6	Афонин В. В. Моделирование систем [Электронный ресурс] : [учеб.-практ. пособие] / В. В. Афонин, С. А. Федосин. - 2-е изд., испр. - Москва : ИНТУИТ, 2016. - 270 с. : ил. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-9963-0352-6	Учебно-практическое пособие	ЭБС «IPRbooks»
7	Компьютерные технологии в научных исследованиях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. Н. Косова [и др.] ; Сев.-Кавказ. федерал. ун-т. - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 241 с.	Учебное пособие	ЭБС «IPRbooks»

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки _____ А.М.Асаева

(подпись)

(И.О. Фамилия)

«___» _____ 20__ г.

МП

11.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

- 1 Образовательный математический сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://old.exponenta.ru/Единое окно доступа к образовательным ресурсам:](http://old.exponenta.ru/Единое_окно_доступа_к_образовательным_ресурсам)
http://window.edu.ru/catalog/resources?&p_rubr=2.2.75.26&p_page=1
- 2 Сообщество Easyelectronics: <http://easyelectronics.ru/>, <http://we.easyelectronics.ru/>
- 3 Хаб специалистов по IT и электронике: <https://habr.com/>
- 4 WebofScience[Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016– . – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- 5 Scopus[Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004– . – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- 6 Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- 7 SpringerLink[Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842– . – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- 8 ScienceDirect[Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018– . – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- 9 Cambridgeuniversitypress[Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridgeuniversitypress, 2018– . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.

11.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	MATLAB & Simulink	5	Договор 652/2014 от 07.07.2014 , бессрочный

11.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м ²	Количество посадочных мест
1	Э-504 Лаборатория "Микропроцессорная техника и компьютерное моделирование" Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Столы ученические двухместные, стулья, компьютерные Столы , доска аудиторная , Монитор Samsung . Монитор - CTX . Монитор ProView . Мониторы LG Flatron, системные блоки Kompass, системный блок - ALAN , системный блок - Antares, манипулятор типа «мышь» A-Tech, манипулятор типа «мышь»- Genius ,Клавиатура Mitsumi. Клавиатура - Clicker, Клавиатура- Genius, Клавиатура - Chicony , Шкаф .	г. Тольятти, ул. Ушакова,57	66 ,2	16
2	Г-401 Помещение для самостоятельной работы студентов	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет	Белорусская 14,	84,8	16