**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

**УТВЕРЖДАЮ**
**Директор департамента образования**
**(Проректор по учебной работе)**
_____ **Л. А. Боков**
«1» 12 _____ 2015 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
# МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Уровень основной образовательной программы – **магистратура (академическая)**

Направление подготовки **11.04.04 - Электроника и наноэлектроника**

Магистерская программа: **Квантовая и оптическая электроника**

Форма обучения **очная**

Факультет **электронной техники (ФЭТ)**

Кафедра **Электронных приборов (ЭП)**

Курс 1 Семестр 1

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

**Распределение рабочего времени:**

| № | Виды учебной работы | Семестр 1 | Семестр 2 | Семестр 3 | Семестр 4 | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Лекции | 18 | | | | 18 | часов |
| 2. | Лабораторные работы | 16 | | | | 16 | часов |
| 3. | Практические занятия | 12 | | | | 12 | часов |
| 4. | Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная) | Не предусмотрено | | | | | часов |
| 5. | Всего аудиторных занятий | 46 | | | | 46 | часа |
| 6. | Из них в интерактивной форме | 20 | | | | 20 | часа |
| 7. | Самостоятельная работа студентов (СРС) | 62 | | | | 62 | часа |
| 8. | Всего (без экзамена) | 108 | | | | 108 | часов |
| 9. | Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена | 36 | | | | 36 | часов |
| 10. | Общая трудоемкость | 144 | | | | 144 | часа |
| | (в зачетных единицах) | 4 | | | | 4 | ЗЕ |

Экзамен 1 семестр

**Томск 2015**

Согласована на портале № 9529

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению 11.04.04 – «Электроника и наноэлектроника», утвержденного Приказом Министерства образования и науки РФ № 1407 от 30.10.2014.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры 19.05.2015 г., протокол № 32

**Разработчик:**
Профессор кафедры ПрЭ _____ Т.Н. Зайченко

**Заведующий кафедрой ПрЭ**
профессор _____ С.Г. Михальченко

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

Декан ФЭТ _____ А.И. Воронин

Зав. профилирующей и выпускающей
кафедрой ЭП _____ С.М. Шандаров

**Эксперты:**

Доцент каф. физической электроники ТУСУРа _____ И.А. Чистоедова

Зам. зав. каф. ПрЭ
по учебно-методической работе, профессор _____ Н.С. Легостаев

Согласована на портале №
9529

**1. Цели и задачи дисциплины**

**Предметом** дисциплины «Методы математического моделирования» являются методы и программные средства формирования и исследования моделей.

**Цель** изучения дисциплины: изучение теоретических основ и программных средств решения задач исследования и проектирования электротехнических и электронных устройств и систем, приборов и технологий электроники и наноэлектроники (ЭиНЭ) с использованием методов математического моделирования и современных программных средств аналитического и численного моделирования с целью выработки умений и навыков их использования в профессиональной деятельности.

**Задачи** дисциплины:
сформировать знания, умения, навыки и компетенции, необходимые для решения задач:

– моделирования функционально сложных устройств и систем, в том числе разработки моделей новых элементов;

– оптимального проектирования;

– оптимального управления

с использованием современных программных средств аналитического и численного моделирования в области ЭиНЭ, а также смежных областях науки и техники.

**2. Место дисциплины в структуре ООП:**

Курс «Методы математического моделирования» входит в базовую часть магистерской программы Б1.Б.2.

**Дисциплина является предшествующей** для всех дисциплин профессионального цикла**.**

**Перечень дисциплин, усвоение которых студентам необходимо для изучения данной дисциплины:** дисциплины профессионального, математического и естественнонаучного циклов образовательной программы бакалавриата по направлению 210100 Электроника и наноэлектроника – «Математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Основы проектирования электронной компонентной базы».

**3. Требования к результатам освоения дисциплины**:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (**ОПК-1**);

– способность демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (**ОПК-3**)

– готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач (**ПК-1**);

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

– способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (**ПК-4**).

Согласована на портале № 9529

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

– основные понятия методов математического моделирования, используемых при изучении общетеоретических и специальных дисциплин и в инженерной практике;

– методы синтеза и исследования моделей, основы аналитического и численного моделирования, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств (MathCad, Matlab/Simulink, OrCAD), ориентированных на решение научных, проектных и технологических задач в области ЭиНЭ;

**уметь:**

– применять свои знания к решению практических задач;

– читать специальную литературу, использующую математические модели задач естествознания и техники;

– пользоваться литературой при самостоятельном изучении инженерных вопросов;

– адекватно ставить задачи исследования и оптимизации на основе методов математического моделирования;

– выбирать и применять методы и компьютерные системы моделирования;

**владеть:**

– современными методами математического моделирования;

– методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области;

– методами построения математических моделей для задач, возникающих в инженерной практике и научных исследованиях, численными методами их решения с использованием современных программных средств компьютерного моделирования.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единицы.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр |
|---|---|---|
| **Аудиторные занятия (всего)** | **46** | 1 |
| В том числе: | | |
| Лекции (Л) | 18 | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 16 | |
| Практические занятия (ПЗ) | 12 | |
| **Самостоятельная работа студентов (СРС) (всего)** | **62** | |
| В том числе: | | |
| Расчетно-графические работы | 22 | |
| Реферат и доклад | 20 | |
| Изучение литературы | 20 | |
| **Итоговая аттестация** – Экзамен | **36** | |
| **Общая трудоемкость** час | **144** | |
| Зачетные Единицы | **4** | |

Согласована на портале № 9529

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № темы | Наименование раздела дисциплины | Объем часов | | | | | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Л | ПЗ | ЛР | СРС | Всего без экз. | |
| 1 | Введение. Методология решения инженерных и научно-исследовательских задач | 2 | 2 | 4 | 12 | 20 | ОПК-1, 3; ПК-1, 2, 4 |
| 2 | Моделирование сложных технических устройств и систем | 4 | 10 | 4 | 12 | 30 | ОПК-1, 3; ПК-1, 2, 4 |
| 3 | Моделирование компонентов и элементов микро- и наноэлектроники | 4 | | 4 | 14 | 22 | ОПК-1, 3; ПК- 1, 4 |
| 4 | Методы оптимального проектирования | 4 | | - | 12 | 16 | ОПК-1, ПК-1 |
| 5 | Методы планирования эксперимента и идентификации моделей | 4 | | 4 | 12 | 20 | ОПК-1, 3; ПК- 1, 4 |
| | **ИТОГО:** | **18** | **12** | **16** | **62** | **108** | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 1 | Методология решения инженерных и научно-исследовательских задач | Методология получения научных результатов; задачи анализа и синтеза в области физики, естествознания, техники и технологии; формализация задач и методы решения задач; основные типы уравнений; языки описания, технологии и программные средства решения задач. | ОПК-1, ПК-1 |
| 2 | Моделирование сложных технических устройств и систем | Способы моделирования технических устройств и систем; метод аналогий, метод подсхем, аналитические и численные методы анализа моделей; способы построения моделей технических устройств и систем; программные средства компьютерного моделирования для аналитического и численного моделирования. | ОПК-1, ПК-1 |
| 3 | Моделирование компонентов и элементов микро- и наноэлектроники | Задачи моделирования приборов и технологий ЭиНЭ, приборно-технологическое проектирование и моделирование; способы построения моделей приборов ЭиНЭ; простейшие аналитические модели технологических процессов и методы их анализа; программные средства компьютерного моделирования приборов и технологических процессов ЭиНЭ. | ОПК-1, ПК-1 |
| 4 | Методы оптимального проектирования | Экстремальные задачи и основы вариационного исчисления. Необходимые и достаточные условия существования экстремума функций одной и многих переменных. Методы и алгоритмы безусловной оптимизации. Методы и алгоритмы условной оптимизации. Методы оптимизации в программных средствах проектирования. | ОПК-1, ПК-1 |
| 5 | Методы планирования эксперимента и идентификации моделей | Основы теории планирования эксперимента. Методы идентификация статических и динамических моделей. | ОПК-1, ПК-1 |

Согласована на портале № 9529

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

| № п/п | Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин | Номера разделов дисциплины «Методы математического моделирования» | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Компьютерные технологии в научных исследованиях | + | | | | |
| 2 | Проектирование и технология электронной компонентной базы | + | + | + | + | + |
| 3 | Научно-исследовательская работа в семестре | + | + | + | + | + |

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

| Компетенции | Л | ПЗ | ЛР | СРС | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| ОПК-1 ОПК-3 | + | | | + | реферат, доклад |
| ПК-1, 2, 4 | | + | + | + | КР, отчет и защита ИЗ, реферат, доклад |

КР - контрольная работа

**6. Методы и формы организации обучения (ФОО)**

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

| Формы / Методы | Л, час. | ПЗ, час. | ЛР, час. | **Всего** |
|---|---|---|---|---|
| Мини-лекция (выступление студента в роли обучающего) | | 3 | | **3** |
| Разминка | | 3 | | **3** |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением | 6 | | | **6** |
| Работа в малых группах | | | 8 | **8** |
| **Итого интерактивных занятий** | **6** | **6** | **8** | **20** |

**7. Лабораторный практикум**

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость (час.) | Компетенции ОК, ПК |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **1** | Исследование влияния методов и параметров моделирования на адекватность компьютерных моделей | 4 | ОПК-3, ПК-4 |
| 2 | **2** | Исследование процесса моделирования электрических цепей и устройств электроники в программе PSpice САПР OrCAD | 4 | ОПК-3, ПК-4 |
| 3 | **3** | Исследование способов создания моделей элементно-узловой базы в системах моделирования | 4 | ОПК-3, ПК-4 |
| 4 | **5** | Исследование методов идентификации моделей | 4 | ОПК-3, ПК-4 |
| | | **Итого:** | **16** | |

Согласована на портале № 9529

**8. Практические занятия**

| № п/п | № раздела дисциплины | Тематика практических занятий | Трудоемкость (час.) | Компетенции ОК, ПК |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Вводное занятие | 2 | |
| 2 | 2 | Исследование методов схемотехнического и функционального моделирования | 2 | ПК-2 |
| 3 | 2 | Реализация метода многовариантного анализа в Matlab/Simulink | 2 | ПК-2 |
| 4 | 2 | Разработка виртуальной лаборатории в Matlab/Simulink | 2 | ПК-2 |
| 5 | 1-3 | Контрольная работа. Понятийно определительный аппарат в области моделирования устройств, систем и технологий электроники, микро- и наноэлектроники | 2 | |
| 6 | 1-3 | Защита ИЗ1 | 2 | ПК-2 |
| | | **Итого:** | **12** | |

**9. Самостоятельная работа**

| № п/п | № раздела дисц. | Тематика самостоятельной работы | Трудоемкость (час.) | Компетенции ОК, ПК | Контроль выполнения работы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Выполнение ИЗ1 | 4 | ОПК-1, 3 ПК-1, 2, 4 | Отчет и защита ИЗ1 |
| 2 | 2 | Изучение литературы по интерфейсу пользователя системы моделирования Matlab/Simulink и языку программирования Matlab | 6 | ОПК-1, 3 ПК-1, 2, 4 | Отчет по ИЗ1, ЛР1, ЛР3 |
| 3 | 2 | Выполнение ИЗ2 | 10 | ОПК-1, 3 ПК-1, 2, 4 | Отчет и защита ИЗ2 |
| 4 | 3 | Подготовка реферата и доклада | 8 | ОПК-1, 3 | Оценка за реферат и доклад |
| 5 | 3 | Подготовка к КР | 2 | ОПК-1, 3 ПК-1, 2, 4 | Оценка за КР |
| 6 | 3 | Изучение литературы по методам моделирования наноструктур | 4 | ОПК-1, 3 | Оценка за реферат и доклад |
| 7 | 4 | Изучение литературы по методам решения экстремальных задач | 6 | ОПК-1, 3 ПК-1, 2, 4 | Отчет и защита ИЗ3 |
| 8 | 4 | Выполнение ИЗ3 | 8 | ОПК-1, 3 ПК-1, 2, 4 | Отчет и защита ИЗ3 |
| 9 | 5 | Изучение литературы по методам планирования эксперимента и идентификации моделей, подготовка к ЛР и дискуссии | 14 | ОПК-1, 3 ПК-1, 2, 4 | Отчет по ЛР4, оценка за реферат и доклад |
| 10 | | **Итого без экзамена:** | **62** | | |
| 11 | 1 - 5 | Подготовка и сдача экзамена | **36** | ОПК-1, 3 ПК-1, 2, 4 | Оценка на экзамене |

**10. Примерная тематика курсовых проектов (работ) не предусмотрены**

Согласована на портале № 9529

**11. Балльно-рейтинговая система**

**Шкала рейтинга**

| Вид работы | Объем работы | Оценка единицы объема работы в баллах | Макс. количество баллов |
|---|---|---|---|
| КР | 1 | 10 | 10 |
| Реферат | 1 | 10 | 10 |
| Выполнение ЛР | 4 | 5 | 20 |
| Выполнение ИЗ | 3 | 10 | 30 |
| Активность на занятиях* | | | 10 |
| Экзамен | | 20 | 20 |
| **Итого** | | | **100** |

***Примечание.** Активность на занятиях включает активность участия в «разминке».

**Семестровая балльная раскладка**

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала сем. | Макс. балл за период между 1КТ и 2КТ | Макс.балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| Выполнение КР | | 10 | | **10** |
| Выполнение и защита лабораторных работ | | 10 | 10 | **20** |
| Выполнение ИЗ (3 шт.) | 10 | 10 | 10 | **30** |
| Реферат | | 10 | | **10** |
| Активность на ПЗ | 3 | 4 | 3 | 10 |
| **Итого максимум за период:** | **13** | **44** | **23** | **80** |
| Экзамен | | | | **20** |
| **Нарастающим итогом** | **13** | **57** | **80** | **100** |

**Примечание.** 1. При нарушении установленного срока сдачи работ балльная оценка уменьшается на 20% за каждую неделю. В данном правиле расчета балльной оценки содержится **компонент своевременности**.

Удовлетворительная оценка (3) автоматически выставлена быть не может.

При рейтинге менее 70 баллов сдача экзамена является обязательной. Допуск к экзамену составляет 60 баллов. Дополнительным условием допуска к экзамену является сдача всех лабораторных и расчетно-графических работ.

При рейтинге ≥ 70 баллов экзаменационная оценка может быть проставлена на основании текущего рейтинга после собеседования с преподавателем. При сдаче экзамена рейтинг может быть повышен.

КР и ЛР, пропущенные без уважительных причин, впоследствии выполняются с нулевым рейтингом.

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| **Баллы на дату контрольной точки** | **Оценка** |
|---|---|
| ≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

Пересчет итоговой суммы баллов в традиционную и международную оценку

Согласована на портале № 9529

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) | **90 - 100** | A (отлично) |
| 4 (хорошо) | **85 – 89** | B (очень хорошо) |
| | **75 – 84** | C (хорошо) |
| | **70 - 74** | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) | **65 – 69** | |
| | **60 - 64** | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно), (не зачтено) | **Ниже 60 баллов** | F (неудовлетворительно) |

**12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

**12.1. Основная литература**

1. Петров М.Н., Гудков Г.В. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем: Учебное пособие для вузов. – СПб.: Лань, 2011. – 464 с. (базовый учебник, для лекционных занятий) (**10 шт.**); **Доступ: e.lanbook.com/view/book/661**.

2. Матюшкин И.В. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур: Учебное пособие для вузов. – М.: Техносфера, 2011. – 168 с. **(15 шт.)**

3. Ибрагимов И.М., Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф. Основы компьютерного моделирования наносистем. – СПб.: Лань, 2010. – 384 с. **Доступ: e.lanbook.com/view/book/156**.

4. Королев М.А., Крупкина Т.Ю., Ревелева М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: учебное пособие для вузов: в 2 ч. / Под ред. Ю. А. Чаплыгина. – Ч. 1: Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 397 с. **(10 шт.)**

5. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: учебное пособие для вузов: в 2 ч. / М.А. Королев, Т.Ю. Крупкина, М.Г. Путря и др.; Под ред. Ю. А. Чаплыгина. – Ч. 2: Элементы и маршруты изготовления кремниевых ИС и методы их математического моделирования. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 423 с. **(35 шт.)**

**12.2. Дополнительная литература**

6. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учебное пособие для втузов / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – М. : Высшая школа, 2005. – 544 с. **(71 шт.)**

7. Мицель А.А., Шелестов А.А. Методы оптимизации: Учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2004. – 256 с. **(8 шт.)**

8. Основы численных методов : Учебное пособие для вузов / Л. И. Турчак, П. В. Плотников. – М. : Физматлит, 2005. – 300 с. **(32 шт.)**

9. Вержбицкий В. М. Основы численных методов: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2005. – 847 с. **(70 шт.)**

10. Ракитин В.И. Руководство по методам вычислений и приложения MATHCAD: Учебное пособие для вузов. – М.: Физматлит, 2005. – 263 с. **(20 шт.)**

11. MATLAB: Анализ, идентификация и моделирование систем: Специальный Справочник / В. Дьяконов, В. Круглов. – СПб.: Питер, 2002. – 448 с. **(3 шт.)**

12. Дьяконов В. П. Simulink 5/6/7: Самоучитель. – М. : ДМК-Пресс, 2008. – 781 с. **(1 шт.)**

13. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5 в математике и моделировании: полное руководство пользователя / В. П. Дьяконов. - М. : СОЛОН-Пресс, 2003. – 565 с. **(1 шт.)**

Согласована на портале № 9529

14. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1 + Simulink 5/6. Работа с изображениями и видеопотоками /. - М. : СОЛОН-Пресс, 2005. - 395 с. **(1 шт.)**

15. Черных И.В. SIMULINK: среда создания инженерных приложений. – М.: Диалог-МИФИ, 2004. – 496 с. **(20 шт.)**

16. Решетникова Г. Н. Моделирование систем: Учебное пособие. – Томск : ТУСУР, 2007. – 440 с. **(70 шт.)**

17. Черепанов О.И. Методы оптимизации: Учебное пособие. – Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 203 с. **(15 шт.)**

### 12.3. Перечень методических указаний по проведению занятий

18. Зайченко Т.Н. Методы математического моделирования: Методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы для магистров направления 210100 «Электроника и наноэлектроника». – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. – 59 с. (для практических занятий и самостоятельной работы) **Доступ: http://ie.tusur.ru/docs/ztn/mmm_pr.rar**

19. Зайченко Т.Н. Методы математического моделирования: Методическое пособие по лабораторным занятиям для магистров направления 210100 – Электроника и наноэлектроника». – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. – 77 с. (для лабораторных занятий) **Доступ: http://ie.tusur.ru/docs/ztn/mmm_lr.rar**

### 12.4. Программное обеспечение

Используется лицензионное программное обеспечение: Matlab/Simulink, MathCAD, OrCAD.

### 12.5. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Используется поисковые системы Google, Rambler.

### 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционные занятия проводятся в мультимедийной аудитории, ПЗ и ЛР – в компьютерном классе, оснащенном 16 компьютерами с программным обеспечением по п. 12.4, 12.5.

Согласована на портале № 9529

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**
«14» _____11_____ 2016 г.

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
# МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Уровень основной образовательной программы **магистратура (академическая)**

Направление подготовки **11.04.04 - Электроника и наноэлектроника**

Магистерская программа: **Квантовая и оптическая электроника**

Форма обучения **очная**

Магистерская программа: **Квантовая и оптическая электроника**

Факультет **электронной техники (ФЭТ)**

Кафедра **Электронных приборов (ЭП)**

Курс **1** Семестр **1**

**Учебный план набора 2015 г. и последующих лет**

**Экзамен _____1_____семестр**

Разработчик:

Профессор каф. ПрЭ Т.Н. Зайченко

**Томск 2016**

Согласована на портале №
9529

# 1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Методы математического моделирования».

ФОС представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (КИМ) (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

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

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций согласно рабочей программе дисциплины приведен в таблице 1.

**Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций**

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции |
|---|---|---|
| **ОПК-4** | способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области | **Должен знать:**<br>– основные методы решения задач анализа и синтеза;<br>– методы численного и аналитического моделирования электронных схем;<br>– язык программирования системы MatLab;<br>– методику проведения вычислительного эксперимента.<br>**Должен уметь:**<br>– применять и выбирать методы и средства моделирования для решения задач анализа и синтеза;<br>– использовать методы численного и аналитического моделирования электронных схем;<br>– разрабатывать эффективные алгоритмы решения задач;<br>– создавать модели и задавать параметры моделирования в системах MatLab/Simulink и OrCad.<br>**Должен владеть:**<br>– методами и средствами решения задач анализа и синтеза;<br>– методами численного и аналитического моделирования электронных схем;<br>– навыками программной реализации алгоритмов решения задач в системе MatLab;<br>Методикой имитационного моделирования эксперимент в системах MatLab/Simulink и OrCad. |
| **ПК-1** | готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач | |
| **ПК-2** | способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию | |
| **ПК-4** | способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов | |

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

Согласована на портале № 9529

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

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Обладает фактическим и теоретическим знанием 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 |

## Реализация компетенций

- **Компетенция ОПК-4**
-

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в табл. 3. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в табл. 4.

**Таблица 3 – Этапы формирования компетенции ОПК-4 и используемые средства оценивания**

| • **Состав** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | Методы численного и аналитического моделирования электронных схем | использовать методы численного и аналитического моделирования электронных схем | методами численного и аналитического моделирования электронных схем |
| **Виды занятий** | • Лекции<br>• ЛР, ПЗ, СРС | • ЛР, ПЗ, СРС | • ЛР, ПЗ, СРС |
| **Используемые средства оценивания** | отчет по ЛР, КР, ИЗ опрос на лекциях и ПЗ, защита ИЗ | отчет по ЛР, КР, ИЗ, опрос на ПЗ, защита ИЗ | отчет по ЛР, КР, ИЗ опрос на ПЗ, защита ИЗ |

Согласована на портале № 9529

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

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Знает численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений | Умеет выбирать методы решения моделей | использует методы численного и аналитического моделирования схем при решении нестандартных задач |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Знает методы формирования и решения моделей электронных схем | Умеет строить модели электронных схем | использует методы численного и аналитического моделирования при решении типовых задач |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Имеет представление о методах численного и аналитического моделирования электронных схем | Только при прямом наблюдении способен использовать методы численного и аналитического моделирования электронных схем | Только при прямом наблюдении использует методы численного моделирования электронных схем |

- **Компетенция ПК-1**

**ПК-1:** готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в табл. 5. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в табл. 6.

**Таблица 5 – Этапы формирования компетенции ПК-1 и используемые средства оценивания**

| • **Состав** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | теоретические и экспериментальные методы и средства моделирования | выбирать теоретические и экспериментальные методов и средств моделирования | Навыками обоснованного выбора теоретических и экспериментальных методов и средств моделирования |
| **Виды занятий** | • лекции;<br>• ЛР, ПЗ, СРС | • ЛР, ПЗ, СРС | • ЛР, ПЗ, СРС |
| **Используемые средства оценивания** | отчет по ЛР, КР, ИЗ опрос на лекциях и ПЗ, защита ИЗ | отчет по ЛР, КР, ИЗ, ПЗ, ответы на ПЗ защита ИЗ | отчет по ЛР, КР, ИЗ ответы на ПЗ, защита ИЗ |

Согласована на портале № 9529

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

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Знает глубоко теоретические и экспериментальные методы и средства моделирования | может самостоятельно выбрать средства для проведения вычислительного эксперимента | способен обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства моделирования |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Знает с замечаниями теоретические и экспериментальные методы и средства моделирования | может самостоятельно выбрать средства для проведения вычислительного эксперимента | с замечаниями способен обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства моделирования |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Имеет представление о теоретических и экспериментальных методах и средствах моделирования | Только при прямом наблюдении может выбирать средства для проведения вычислительного эксперимента | Только при прямом наблюдении способен выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства моделирования |

- **Компетенция ПК-2**

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в табл. 7. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в табл. 8.

**Таблица 7 – Этапы формирования компетенции ПК-2 и используемые средства оценивания**

| • **Состав** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | язык программирования системы MatLab | разрабатывать эффективные алгоритмы решения задач | навыками программной реализации алгоритмов решения задач в системе MatLab |
| **Виды занятий** | • ПЗ, ЛР;<br>• СРС | • ПЗ, ЛР;<br>• СРС | • ПЗ, ЛР;<br>• СРС |
| **Используе-мые средства оценивания** | отчет по ЛР, КР, ИЗ, защита ИЗ | отчет по ЛР, КР, ИЗ, защита ИЗ | отчет по ЛР, КР, ИЗ, защита ИЗ |

Согласована на портале № 9529

**Таблица 8 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ПК-2 по этапам**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Знает глубоко язык программирования системы MatLab | Умеет четко и ясно по намеченному плану разрабатывать алгоритмы решения задач | Обеспечивает программную реализацию алгоритмов решения задач, проводит анализ правильности решения и исправляет ошибки |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Знает поверхностно язык программирования системы MatLab | Умеет разрабатывать алгоритмы решения задач с замечаниями | с замечаниями обеспечивает программную реализацию алгоритмов решения задач, не делает выводов о правильности реализации |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Знает поверхностно язык программирования системы MatLab | может разрабатывать алгоритмы решения задач только при прямом наблюдении | Только при прямом наблюдении обеспечивает программную реализацию алгоритмов решения задач MathCad |

- **Компетенция ПК-4**

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в табл. 9. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в табл. 10.

**Таблица 9 – Этапы формирования компетенции ПК-4 и используемые средства оценивания**

| • Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | методику проведения вычислительного эксперимента | Создавать модели и задавать параметры моделирования в системах MatLab/Simulink и OrCad | Методикой имитационного моделирования в системах MatLab/Simulink и OrCad |
| **Виды занятий** | • ПЗ, ЛР;<br>• СРС | • ПЗ, ЛР;<br>• СРС | • ПЗ, ЛР;<br>• СРС |
| **Используемые средства оценивания** | отчет по ЛР, ИЗ ответы на ПЗ, защита ЛР, ИЗ | отчет по ЛР, ИЗ ответы на ПЗ, защита ЛР, ИЗ | отчет по ЛР, ИЗ ответы на ПЗ, защита ЛР, ИЗ |

Согласована на портале № 9529

**Таблица 10 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ПК-4 по этапам**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Знает глубоко методику проведения вычислительного эксперимента | Может самостоятельно создавать модели, обосновывает выбор параметров и методов моделирования в системах MatLab/Simulink и OrCad | Планирует и проводит вычислительный эксперимент в системах MatLab/Simulink и OrCad самостоятельно, анализирует полученные результаты и принимает решение о ходе эксперимента |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Знает с замечаниями методику проведения вычислительного эксперимента | Может самостоятельно создавать модели и задавать параметры моделирования | с замечаниями проводит вычислительный эксперимент |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Знает поверхностно методику проведения вычислительного эксперимента | Только при прямом наблюдении может создавать модели и задавать параметры моделирования | Только при прямом наблюдении проводит вычислительный эксперимент |

## 3. Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

### 3.1. Контрольные работы

3.1.1. Понятийно определительный аппарат в области моделирования устройств, систем и технологий электроники, микро- и наноэлектроники (см. Приложение 1).

### 3.2. Темы лабораторных работ

3.2.1. Исследование влияния методов и параметров моделирования на адекватность компьютерных моделей

3.2.2. Исследование процесса моделирования электрических цепей и устройств электроники в программе PSpice САПР OrCAD

3.2.3. Исследование способов создания моделей элементно-узловой базы в системах моделирования

3.2.4. Исследование методов идентификации моделей

### 3.3. Темы практических занятий

.

3.3.1. Вводное занятие

3.3.2. Исследование методов схемотехнического и функционального моделирования

3.3.3. Реализация метода многовариантного анализа в Matlab/Simulink

3.3.4. Разработка виртуальной лаборатории в Matlab/Simulink

Согласована на портале № 9529

3.3.5. Контрольная работа. Понятийно определительный аппарат в области моделирования устройств, систем и технологий электроники, микро- и наноэлектроники
3.3.6. Защита ИЗ1

### 3.4. Примеры тем индивидуальных домашних заданий

3.4.1. Информационно-физическое моделирование управляемого выпрямителя в системе MatLab/Simulink.
3.4.2. Аналитическое моделирование электрической цепи методом переменных состояний в системе MathCad.
3.4.3. Оптимизация электромагнитного элемента в системе MathCad.

### 3.5. Темы для самостоятельной работы

Углубленное изучение лекционного материала по учебному пособию.

### 3.6. Контрольные вопросы

**Теоретические вопросы**

**1.** Общая характеристика математического моделирования как метода познания – перечислить методы познания, дать определения понятиям «модель» и «моделирование», «математическая модель», «математическое моделирование».

**2.** Способы математического моделирования, применяемые при моделировании устройств, систем и технологий электроники и микроэлектроники – перечислите, дайте их общую характеристику, поясните отличия.

**3.** Общая характеристика системного подхода в научных исследованиях – пояснить термины «система», «системный подход».

**4.** Этапы математического моделирования – перечислить и пояснить основные этапы процесса.

**5.** Требования, предъявляемые к моделям – перечислить и пояснить.

**6.** Применение методов численного и аналитического моделирования при моделировании устройств, систем и технологий электроники и микроэлектроники – пояснить отличия численного и аналитического моделирования, рассказать об областях применения.

**7.** Численные методы интегрирования, использующиеся при решении обыкновенных дифференциальных уравнений – поясните термины: явный и неявный метод, одношаговый и многошаговый метод; приведите примеры математических моделей схем интегрирования этих методов.

**8.** Дайте общую характеристику экстремальных задач – определение, математическая запись, задачи на условный и безусловный экстремум.

**9.** Поясните методику решения экстремальных задач и место теоремы Ферма при решении данного класса задач. Перечислите необходимые и достаточные условия экстремума.

**10.** Математические методы решения задачи идентификации – сформулируйте задачу идентификации, назовите методы идентификации, поясните основные этапы метода максимального правдоподобия при идентификации динамических систем.

**2. Практические задания**

**1.** Решить задачу схемотехнического моделирования во временной области трехфазного выпрямителя (произвольного) в Matlab/Simulink. Обеспечить визуализацию мгновенных и действующих значений токов и напряжений (произвольных) в виде временных диаграмм в режиме одновариантного анализа.

**2.** Решить задачу схемотехнического моделирования во временной области однофазного выпрямителя (произвольного) в OrCAD. Обеспечить визуализацию токов, напряжений и мощностей на разных графиках в виде временных диаграмм.

Согласована на портале № 9529

**3.** Решить задачу функционального либо функционально-логического моделирования во временной области схемы управления инвертором (произвольным) в Matlab/Simulink.

**4.** Решить задачу схемотехнического моделирования во временной области однофазного выпрямителя (произвольного) в Matlab/Simulink. Обеспечить визуализацию временных диаграмм в режиме многовариантного анализа.

**5.** В Matlab/Simulink создать новую библиотеку пользователя и включить в нее новый блок.

Модель блока должна представлять собой модель силовой части преобразовательного устройства (произвольного).

При создании модели блока использовать механизм подсхем (маскирования).

**6.** В Matlab/Simulink создать новую библиотеку пользователя и включить в нее новый блок.

Модель блока должна реализовывать расчет функции (произвольной) с использованием тригонометрических функций и возведения в степень. Показатель степени должен быть параметром модели.

При создании модели блока использовать механизм S-функций.

**7.** Создать элементарную (простейшую) виртуальную лабораторию в системе Matlab/Simulink для исследования однофазного выпрямителя с использованием конструктора интерфейса пользователя. Пояснить работу с конструктором интерфейса.

**8.** Решить аналитическим методом задачу оптимизации функции одной переменной.

Дан источник постоянного напряжения $E$ с внутренним сопротивлением $r$, работающий на активную нагрузку $R$.

Определить:

– при каком сопротивлении нагрузки $R$ будет происходить максимальная отдача мощности в нагрузку;

– каков при этом будет коэффициент полезного действия.

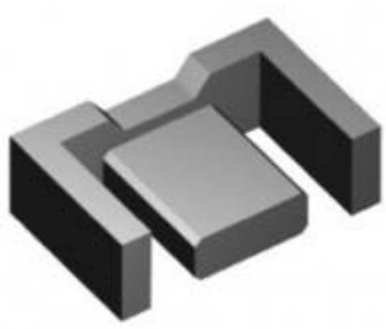
**9.** Решить аналитическим методом задачу оптимизации.

Определить, при каких размерах $a$ x $b$ печатной платы прямоугольной формы при той же площади $S$ = const ее периметр $P$ будет минимальным?

**10.** Исследовать на экстремум заданную в аналитическом виде функцию двух переменных. Найти точки локальных экстремумов. Построить график функции. Указать на нем точки экстремума.

Вид функции: $f(x) = x_1^2 - 2x_2^2 - 2x_1x_2 + x_1$

**11.** Решить аналитическим методом задачу оптимизации.



Дан электромагнитный элемент броневого типа, выполненный на сердечнике типоразмера EFD, центральный стержень которого имеет форму овала с размерами полуосей $a$ и $b$.

Определить, при каких размерах центрального стержня при тех же габаритах и мощности магнитного элемента средняя длина витка катушки будет минимальной?

**12**. Решить задачу идентификации динамической модели (Вариант 1)

**13**. Решить задачу идентификации динамической модели (Вариант 2)

**14**. Решить задачу идентификации динамической модели (Вариант 7)

**15**. Решить задачу идентификации динамической модели (Вариант 8)

**16**. Решить задачу идентификации динамической модели (Вариант 9)

Согласована на портале № 9529

**4. Методические материалы**

18. Зайченко Т.Н. Методы математического моделирования: Методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы для магистров направления 210100 «Электроника и наноэлектроника». – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. – 59 с. (для практических занятий [С. 5-58] и самостоятельной работы [С. 45-59]) **Доступ: http://ie.tusur.ru/docs/ztn/mmm_pr.rar**

19. Зайченко Т.Н. Методы математического моделирования: Методическое пособие по лабораторным занятиям для магистров направления 210100 – Электроника и наноэлектроника». – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. – 77 с. (для лабораторных занятий) **Доступ: http://ie.tusur.ru/docs/ztn/mmm_lr.rar**

Согласована на портале № 9529

Приложение 1

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 1

1. Ответьте на 7 вопросов из списка теоретических вопросов в соответствии с вариантом, выданным преподавателем.

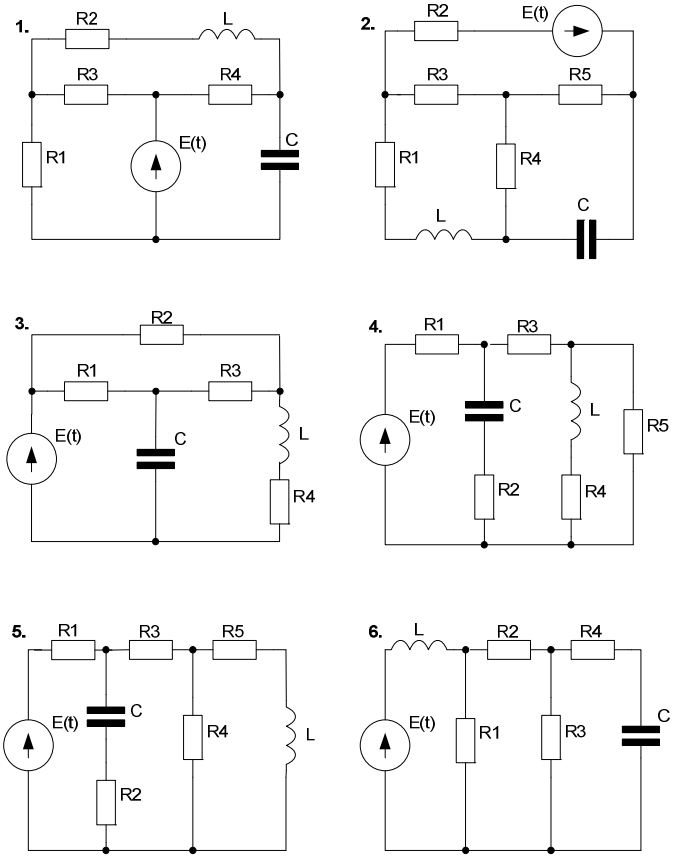
| **Номер варианта** | **Номер вопроса** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| **1** | 1 | 6 | 11 | 16 | 21 | 26 | 31 |
| **2** | 2 | 7 | 12 | 17 | 22 | 27 | 32 |
| **3** | 3 | 8 | 13 | 18 | 23 | 28 | 33 |
| **4** | 4 | 9 | 14 | 19 | 24 | 29 | 34 |
| **5** | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |

2. Записать матрично-топологическую модель схемы в методе переменных состояния.

**Формирование балльной оценки**

| № п/п | Этап задания | Оценка, баллы |
|---|---|---|
| 1 | Теоретический вопрос 1 балл/вопрос * 7 вопросов | 7 |
| 2 | Творческое задание | 3 |
| | **Итого** | **10** |

**Примечание**: Пользоваться можно только собственным конспектом. При обращении к первоисточникам оценка снижается в 2 раза.




**Список теоретических вопросов**

1. Дайте определение понятиям «модель» и «моделирование», «математическая модель», «математическое моделирование», «система».
2. Дайте определение понятиям «математическая модель» и «математическое моделирование», «система».
3. Поясните термин «система».
4. Поясните что такое системный подход в научных исследованиях.
5. К какому классу методов познания относится математическое моделирование?
6. Перечислите и кратко поясните основные классы задач моделирования.
7. Назовите основные этапы процесса математического моделирования, дайте их общую характеристику.

Согласована на портале № 9529

8. Перечислите требования, предъявляемые к моделям.

9. Поясните термин «адекватность модели».

10. Поясните термин «робастность модели».

11. Что такое «знаковое моделирование». Дайте его общую характеристику и приведите пример знаковой модели.

12. Поясните термин «имитационное моделирование»

13. Поясните термин «численное моделирование»

14. Поясните термин «аналитическое моделирование»

15. Поясните термин «натурное моделирование»

16. Поясните термин «физическое моделирование»

17. Поясните термин «схемотехническое моделирование»

18. Поясните термин «функциональное моделирование»

19. Поясните термин «функционально-логическое моделирование».

20. Поясните термин «физико-технологическое моделирование».

21. Приведите схему классификации мысленного моделирования. Поясните отличия между классами.

22. Приведите схему классификации реального моделирования. Поясните отличия между классами.

23. Приведите схему классификации математического моделирования. Поясните отличия между классами.

24. Приведите схему классификации символьного моделирования. Поясните отличия между классами.

25. Поясните термин «физико-топологическая модель».

26. Поясните термин «аналоговое моделирование».

27. Поясните в чем отличие детерминированного и стохастического моделирования.

28. Дайте определения познавательной модели и прагматической модели. Поясните в чем их отличие.

29. Дайте определения модели состава и модели структуры. Поясните в чем их отличие.

30. Что такое топологическая модель электронной схемы? К какому классу моделей она может быть отнесена.

31. Приведите и поясните классификацию математических моделей по характеру уравнений модели. Приведите примеры моделей данных классов.

32. Приведите и поясните классификацию математических моделей по признаку учета инерционности. Приведите примеры моделей данных классов.

33. Приведите и поясните классификацию математических моделей по форме представления модели. Приведите примеры таких моделей.

34. Приведите и поясните классификацию математических моделей по степени детализации (уровню абстрагирования). Приведите примеры таких моделей.

35. Поясните что такое непрерывные и дискретные математические модели.

Согласована на портале № 9529