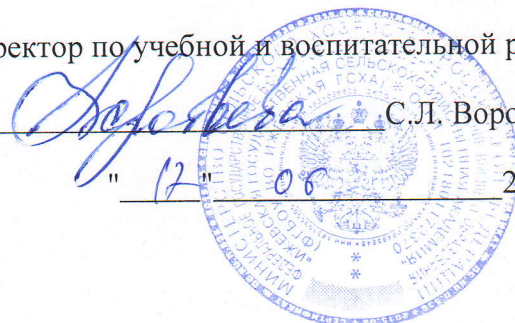


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и воспитательной работе



С.Л. Воробьева

" 12 "

06

2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

**Математическое моделирование**

Квалификация выпускника – бакалавр

Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика

Ижевск 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ».....   | 2  |
| 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП.....   | 2  |
| 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ» И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.....                                | 2  |
| 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ» (очноя форма) .....  | 4  |
| СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ» (Заочная форма) .....  | 8  |
| 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....  | 11 |
| 6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ..... | 12 |
| 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ».....   | 17 |
| 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ».....  | 19 |
| ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....  | 20 |

# 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

*Целью освоения дисциплины* «Математическое моделирование» является обучение студентов:

- общим вопросам теории моделирования,
- методам построения математических моделей энергетических систем и формального описания процессов и объектов,
- применению математических моделей для проведения вычислительных экспериментов и решения оптимизационных задач.

## *Задачи изучения дисциплины:*

- ознакомление студентов с основными понятиями моделирования, теоретическими положениями и экспериментальными данными, используемыми для построения математических моделей;
- обучение математическим методам построения моделей и их качественного исследования, численным методам реализации моделей на ЭВМ, методам постановки и проведения вычислительных экспериментов (прогнозов) с математическими моделями и анализом их результатов;
- изучение применения математических моделей для решения оптимизационных задач.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Математическое моделирование» входит в обязательную часть и участвует в формировании компетенции ПК-3 Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область.

Организация изучения дисциплины предусматривает чтение лекций, проведение лабораторных занятий, самостоятельную работу студентов по темам дисциплины, выполнение расчетно-графической работы.

## 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ» И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

### 3.1 Перечень планируемых результатов обучения с индикаторами их достижения

| Но-<br>мер/индекс<br>компетен-<br>ции | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:                     |   |  |
|---------------------------------------|--|---|--|
|                                       | Знать  | Уметь   | Владеть  |
| ПК-3                                  | Основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; | Получать, хранить, перерабатывать информацию      | Компьютером как средством управления информацией |
|                                       | виды научно-технической информации, методы                                       | вести библиографическую работу с привлечением со- | методами экспериментальных исследований, ос-     |

|  |   |                                     |                                     |
|--|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
|  | проработки и анализа научно-технической информации. | временных информационных технологий | новыми методами творческого поиска. |
|--|---|-------------------------------------|-------------------------------------|

В результате освоения дисциплины студенты должны знать основные методы математического моделирования, уметь строить математические модели физических явлений, химических процессов, экологических систем, анализировать результаты решения конкретных задач с целью построения более совершенных моделей, овладеть методами построения математических моделей типовых профессиональных задач.

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ» (очная форма)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных ед., 144 часа.

| Всего часов | Ауди-торных | Самост. работа | Лекций | Лабораторных | Практических | Контроль |
|-------------|-------------|----------------|--------|--------------|--------------|----------|
| 144         | 56          | 88             | 14     | 28           | нет          | Экзамен  |

### 4.1 Структура дисциплины

| № п/п | Недели семестра | Раздел дисциплины (модуля), темы раздела   | Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах) |           |                      |              |          |           | Форма:<br>-текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям семестра);<br>-промежуточной аттестации (по семестрам)<br>КРС |
|-------|-----------------|--|---|-----------|----------------------|--------------|----------|-----------|--|
|       |                 |  | всего   | лекция    | практические занятия | лаб. занятия | семинары | СРС       |  |
|       |                 | <b>Общие вопросы моделирования</b>         | <b>42</b>   |           |                      |              |          |           |  |
| 1     | 1               | Общие вопросы моделирования                | 10  | 2         |                      |              |          | 8         | Устный или письменный опрос  |
| 2     | 2               | Математические модели                      | 12  | 2         |                      | 4            |          | 6         | Устный или письменный опрос  |
| 3     | 3               | Модель черного ящика                       | 12  | 2         |                      | 4            |          | 6         | Устный или письменный опрос  |
| 4     | 4               | Графы                                      | 8   |           |                      | 2            |          | 6         | Устный или письменный опрос  |
|       |                 | <b>Исследование математических моделей</b> | <b>20</b>   |           |                      |              |          |           |  |
| 5     | 5               | Исследование математических моделей        | 12  | 2         |                      | 2            |          | 8         | Устный или письменный опрос  |
| 6     | 6               | Исследование математических моделей        | 8   |           |                      | 2            |          | 6         | Устный или письменный опрос  |
|       |                 | <b>Оптимизация</b>                         | <b>46</b>   |           |                      |              |          |           |  |
| 7     | 7               | Оптимизация                                | 12  | 2         |                      | 2            |          | 8         | Устный или письменный опрос  |
| 8     | 8               | Оптимизация. Методы нулевого порядка       | 12  | 2         |                      | 4            |          | 6         | Устный или письменный опрос  |
| 9     | 9               | Оптимизация. Методы первого порядка        | 10  |           |                      | 4            |          | 6         | Устный или письменный опрос  |
| 10    | 10              | Имитационное моделирование                 | 12  | 2         |                      | 4            |          | 6         | Устный или письменный опрос  |
| Итого |                 |  | <b>144</b>  | <b>18</b> |                      | <b>28</b>    |          | <b>88</b> |  |

### 4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

| № | Название раздела                               | Содержание раздела в дидактических единицах   |
|---|--|---|
|   | Общие вопросы моделирования                    |   |
| 1 | Общие вопросы моделирования                    | Общие вопросы математического моделирования. Модель и оригинал. Система. Системность. Модель как системное отражение оригинала. Прямое, косвенное и условное подобие модели оригиналу. О классификации моделей. |
| 2 | Математические модели                          | Математические модели. Аксиоматическое и конструктивное определение математических моделей. Уровни моделирования. Классификация математических моделей.   |
| 3 | Модель черного ящика                           | Модель черного ящика. Модель состава. Модель структуры. Структурная схема модели. Эксперимент и модель.   |
| 4 | Графы  | Применение графов в математическом моделировании  |
|   | Исследование математических моделей            |   |
| 5 | Исследование математических моделей            | Исследование математических моделей. Решение нелинейных и трансцендентных уравнений. Численное решение дифференциальных уравнений.  |
|   | Оптимизация                                    |   |
| 6 | Оптимизация                                    | Оптимизация. Постановка задачи. Классификация оптимизационных задач. Классификация методов оптимизации  |
| 7 | Оптимизация. Методы нулевого и первого порядка | Оптимизация. Методы нулевого порядка. Метод золотого сечения. Комплексный метод Бокса. Методы первого порядка. Методы решения многокритериальных задач оптимизации.   |
| 8 | Имитационное моделирование                     | Имитационное моделирование. Моделирование надежности систем   |

#### 4.4 Лабораторный практикум

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ   | Трудоемкость (час.) |
|-------|----------------------|---|---------------------|
| 1     | 1                    | Вводное занятие: Компьютеры и программное обеспечение, используемые на лабораторных занятиях по математическому моделированию. Практическое знакомство с компьютерами и программным обеспечением.       | 4                   |
| 2     | 5                    | Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов. Построение нелинейной регрессионной модели. Проверка адекватности модели. Критерий Фишера.  | 4                   |
| 3     | 5                    | Моделирование переходных процессов в электрических цепях  | 4                   |
| 4     | 5                    | Уравнение теплопроводности. Конечные разности. Разностные уравнения. Метод сеток. Применение метода сеток для задачи с граничными условиями 3-го рода. Моделирование нестационарных температурных полей | 2                   |
| 5     | 5                    | Моделирование теплового поля в цилиндрической системе координат. Моделирование температурного поля в проводнике с током   | 2                   |
| 6     | 6                    | Построение оптимизационных моделей. Нелинейная оптимизация. Многокритериальная оптимизация  | 4                   |
| 7     | 7                    | Линейное программирование   | 4                   |
| 8     | 8                    | Имитационное моделирование  | 4                   |
|       |                      |   | <b>28</b>           |

#### 4.5 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

| № п/п | Раздел дисциплины (модуля), темы раздела | Всего часов | Содержание самостоятельной работы  | Форма контроля              |
|-------|--|-------------|--|-----------------------------|
|       | Общие вопросы моделирования              |             |  |                             |
| 1     | Общие вопросы моделирования              | 8           | Работа с учебной литературой, подготовка к лекции                          | Устный или письменный опрос |
| 2     | Математические модели                    | 6           | Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям  | Устный или письменный опрос |
| 3     | Модель черного ящика                     | 6           | Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям  | Устный или письменный опрос |
| 4     | Графы                                    | 6           | Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям  | Устный или письменный опрос |
|       | Исследование математических моделей      |             |  |                             |
| 5     | Исследование математических моделей      | 8           | Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, | Устный или письменный опрос |

|    |                                      |           |   |                             |
|----|--------------------------------------|-----------|---|-----------------------------|
|    |                                      |           | выполнение РГР  |                             |
| 6  | Исследование математических моделей  | 6         | Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, выполнение РГР | Устный или письменный опрос |
|    | Оптимизация                          |           |   |                             |
| 7  | Оптимизация                          | 8         | Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, выполнение РГР | Устный или письменный опрос |
| 8  | Оптимизация. Методы нулевого порядка | 6         | Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, выполнение РГР | Устный или письменный опрос |
| 9  | Оптимизация. Методы первого порядка  | 6         |   | Устный или письменный опрос |
| 10 | Имитационное моделирование           | 6         |   | Устный или письменный опрос |
|    |                                      | <b>88</b> |   |                             |



## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ» (заочная форма)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных ед., 144 часа.

| Всего часов | Аудиторных | Самост. работа | Лекций | Лабораторных | Практических | Контроль     |
|-------------|------------|----------------|--------|--------------|--------------|--------------|
| 72          | 10         | 62             | 4      | -            | 6            |              |
|             |            | 36             |        |              |              | РГР, экзамен |
| 144         | 10         | 134            | 4      | -            | 6            | РГР, экзамен |

### Структура дисциплины

| № п/п        | Недели семестра | Раздел дисциплины (модуля), темы раздела   | Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах) |          |                      |              |          |            | Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям семестра); -промежуточной аттестации (по семестрам) КРС |
|--------------|-----------------|--|---|----------|----------------------|--------------|----------|------------|---|
|              |                 |  | всего   | лекция   | практические занятия | лаб. занятия | семинары | СРС        |   |
|              |                 | <b>Общие вопросы моделирования</b>         | <b>38</b>   |          |                      |              |          |            |   |
| 1            | 1               | Общие вопросы моделирования                | 12  | 2        |                      |              |          | 10         | Устный или письменный опрос   |
| 2            | 2               | Математические модели                      | 8   |          |                      |              |          | 8          | Устный или письменный опрос   |
| 3            | 3               | Модель черного ящика                       | 8   |          |                      |              |          | 8          | Устный или письменный опрос   |
| 4            | 4               | Графы                                      | 10  |          |                      |              |          | 10         | Устный или письменный опрос   |
|              |                 | <b>Исследование математических моделей</b> | <b>22</b>   |          |                      |              |          |            |   |
| 5            | 5               | Исследование математических моделей        | 10  |          |                      |              |          | 10         | Устный или письменный опрос   |
| 6            | 6               | Исследование математических моделей        | 12  |          | 3                    |              |          | 9          | Устный или письменный опрос   |
|              |                 | <b>Оптимизация</b>                         | <b>44</b>   |          |                      |              |          |            |   |
| 7            | 7               | Оптимизация                                | 12  | 2        |                      |              |          | 10         | Устный или письменный опрос   |
| 8            | 8               | Оптимизация. Методы нулевого порядка       | 10  |          |                      |              |          | 10         | Устный или письменный опрос   |
| 9            | 9               | Оптимизация. Методы первого порядка        | 10  |          |                      |              |          | 10         | Устный или письменный опрос   |
| 10           | 10              | Имитационное моделирование                 | 12  |          | 3                    |              |          | 9          | Устный или письменный опрос   |
| 11           | 11              | Зачет                                      | 4   |          |                      |              |          | 4          |   |
| <b>Итого</b> |                 |  | <b>144</b>  | <b>4</b> | <b>6</b>             |              |          | <b>134</b> |   |

### Содержание разделов дисциплины (модуля)

| № | Название раздела                               | Содержание раздела в дидактических единицах   |
|---|--|---|
|   | Общие вопросы моделирования                    |   |
| 1 | Общие вопросы моделирования                    | Общие вопросы математического моделирования. Модель и оригинал. Система. Системность. Модель как системное отражение оригинала. Прямое, косвенное и условное подобие модели оригиналу. О классификации моделей. |
| 2 | Математические модели                          | Математические модели. Аксиоматическое и конструктивное определение математических моделей. Уровни моделирования. Классификация математических моделей.   |
| 3 | Модель черного ящика                           | Модель черного ящика. Модель состава. Модель структуры. Структурная схема модели. Эксперимент и модель.   |
| 4 | Графы  | Применение графов в математическом моделировании  |
|   | Исследование математических моделей            |   |
| 5 | Исследование математических моделей            | Исследование математических моделей. Решение нелинейных и трансцендентных уравнений. Численное решение дифференциальных уравнений.  |
|   | Оптимизация                                    |   |
| 6 | Оптимизация                                    | Оптимизация. Постановка задачи. Классификация оптимизационных задач. Классификация методов оптимизации  |
| 7 | Оптимизация. Методы нулевого и первого порядка | Оптимизация. Методы нулевого порядка. Метод золотого сечения. Комплексный метод Бокса. Методы первого порядка. Методы решения многокритериальных задач оптимизации.   |
| 8 | Имитационное моделирование                     | Имитационное моделирование. Моделирование надежности систем   |

### Практические занятия

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость (час.) |
|-------|----------------------|---------------------------------|---------------------|
| 1     | 7                    | Оптимизация                     | 3                   |
| 2     | 10                   | Имитационное моделирование      | 3                   |
|       |                      |                                 | <b>6</b>            |

### Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

| № п/п | Раздел дисциплины (модуля), темы раздела | Всего часов | Содержание самостоятельной работы   | Форма контроля              |
|-------|--|-------------|---|-----------------------------|
|       | Общие вопросы моделирования              |             |   |                             |
| 1     | Общие вопросы моделирования              | 10          | Работа с учебной литературой, подготовка к лекции                         | Устный или письменный опрос |
| 2     | Математические модели                    | 8           | Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям | Устный или письменный опрос |
| 3     | Модель черного ящика                     | 8           | Работа с учебной литера-  | Устный или письмен-         |

|    |                                      |           |   |                             |
|----|--------------------------------------|-----------|---|-----------------------------|
|    |                                      |           | турой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям  | ный опрос                   |
| 4  | Графы                                | 10        | Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям                 | Устный или письменный опрос |
|    | Исследование математических моделей  |           |   |                             |
| 5  | Исследование математических моделей  | 10        | Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, выполнение РГР | Устный или письменный опрос |
| 6  | Исследование математических моделей  | 9         | Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, выполнение РГР | Устный или письменный опрос |
|    | Оптимизация                          |           |   |                             |
| 7  | Оптимизация                          | 10        | Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, выполнение РГР | Устный или письменный опрос |
| 8  | Оптимизация. Методы нулевого порядка | 10        | Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, выполнение РГР | Устный или письменный опрос |
| 9  | Оптимизация. Методы первого порядка  | 10        |   | Устный или письменный опрос |
| 10 | Имитационное моделирование           | 9         |   | Устный или письменный опрос |
|    | Зачет                                | 4         |   |                             |
|    |                                      | <b>98</b> |   |                             |

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используются следующие технологии: информационные технологии, проблемное обучение, контекстное обучение, обучение на основе опыта, междисциплинарное обучение.

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья преподаватель организует работу в соответствии с Положением об инклюзивном образовании ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологий:

- поиск информации в глобальной сети Интернет;
- работа в электронно-библиотечных системах;
- работа в ЭИОС вуза (портал);
- компьютерное тестирование;
- мультимедийные лекции.

Занятия содержат определения, структурные и принципиальные схемы гидродинамических установок и процессов, объектов, демонстрационные работы на действующих объектах.

### 5 Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

| Семестр | Вид занятия (Л, ПР, ЛР) | Используемые интерактивные образовательные технологии                  | Количество часов |
|---------|-------------------------|--|------------------|
| 5       | Л                       | Лекции в виде мультимедийной презентации                               | 6                |
|         | ЛР                      | Лабораторные работы с условиями, максимально приближенными к реальным. | 4                |
|         |                         |  | 10               |

Занятия проводятся с использованием мультимедийного оборудования на лекциях, компьютерных программ MICROSOFT OFFICE, справочно-информационных систем для самостоятельной работы. Презентации содержат определения, структурные и принципиальные схемы гидродинамических процессов, установок, объектов и т.д.

При выполнении расчетных заданий используется учебная литература, приведенная ниже.

Самостоятельная работа включает подготовку к тестам, выполнение расчетных заданий и подготовку к их защите, подготовку к зачету.

## **6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств**

Контроль знаний студентов по дисциплине «Математическое моделирование» проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий, промежуточный и итоговый контроль (зачет).

Методы контроля:

- тестовая форма контроля;
- устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме;
- решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике.
- использование ролевых игр (соревнований) по группам, внутри групп;
- поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы.

Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончанию изучения каждой темы.

Промежуточная аттестация – выполнение РГР и экзамен.

### **6 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств<sup>1</sup>**

| № п/п | № семестра | Виды контроля и аттестации (ТАт, ПрАт) | Наименование раздела учебной дисциплины | Оценочные средства и форма контроля |
|-------|------------|--|---|-------------------------------------|
| 1.    | 5          | ВК, ТАт                                | Общие вопросы моделирования             | Устный или тестовый контроль        |
| 2.    | 5          | ТАт                                    | Исследование математических моделей     | Устный или тестовый контроль        |
| 3.    | 5          | ТАт                                    | Оптимизация                             | Устный или тестовый контроль        |
| 5     | 5          | ПрАт                                   |   | экзамен                             |

<sup>1</sup> Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации приведен в приложении к рабочей программе

## Методика текущего контроля и промежуточной аттестации

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки специалистов и способствует активизации познавательной деятельности обучающихся в межсессионный период как во время контактной работы обучающихся с преподавателем, так и во время самостоятельной работы. Текущий контроль осуществляется преподавателем и может проводиться в следующих формах: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный) на занятиях; презентация проектов, выполненных индивидуально или группой обучающихся; анализ деловых ситуаций (анализа вариантов решения проблемы, обоснования выбора оптимального варианта решения, др.); тестирование (письменное или компьютерное); контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

По итогам текущего контроля преподаватель отмечает обучающихся, проявивших особые успехи, а также обучающихся, не выполнивших запланированные виды работ.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по программе конкретной дисциплины, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

### Примеры оценочных средств

#### а) для входного контроля:

1. Основные понятия об операционной системе.
2. Алгоритмы.
3. Средства для организации данных.
4. Блок-схемы программы.
5. Структура программ.
6. Синтаксис языка программирования.
7. Команды, процедуры и функции языка программирования.
8. Условные операторы.
9. Циклы с параметром.
10. Средства машинной графики.
11. Основы работы в таблице Excel
12. Логическое программирование в Excel
13. Основы дифференциального исчисления
14. Основы интегрального исчисления
15. Векторный анализ
16. Численные методы решения уравнений.
17. Математические ряды
18. Основы теплопередачи
19. Основы конвективного теплообмена
20. Основы теплопроводности
21. Основы теплопередачи излучением.

#### б) для контроля текущей успеваемости:

## ***Раздел Общие вопросы теории моделирования***

- 1 Современное представление о моделях и моделировании.
- 2 Роль моделирования в познавательной и практической деятельности.
- 3 Система, системность. Модель - как системное отражение оригинала.
- 4 Классификация моделей.
- 5 Виды подобия модели и оригинала.
- 6 Познавательные и прагматические модели.
- 7 Математические модели. Аксиоматическое и конструктивное определение математических моделей.
- 8 Классификация математических моделей.
- 9 Математические модели состояния. Фазовые переменные. Пространства фазовых переменных. Типы пространств состояния. Вспомогательные переменные.
- 10 Математические модели эволюции состояния. Классификация.
- 11 Системы дифференциальных уравнений как математические модели эволюции состояния. Фазовые траектории.
- 12 Требования к моделям.
- 13 Что такое адекватность? Количественная оценка адекватности.

## ***Раздел Методы построения математических моделей***

- 14 Постановка задачи математического моделирования. Проблемы. Цели. Критерии.
- 15 Основные этапы математического моделирования.
- 16 Построение математических моделей по экспериментальным данным. Уравнение регрессии.
- 17 Численные методы решения задач, приводящих к системам линейных уравнений.
- 18 Математические модели переходных процессов в электрических цепях. Дифференциальные уравнения. Начальные условия.
- 19 Численные методы, используемые для моделирования переходных процессов на ЭВМ.
- 20 Подобие тепловых и электрических полей.
- 21 Уравнение теплопроводности. Его аналог в теории электромагнитного поля.
- 22 Конечные разности и разностные уравнения.
- 23 Метод сеток. Применение для моделирования электрических и тепловых полей.
- 24 Условия однозначности. Граничные условия
- 25 Как составить разностные уравнения.
- 26 Особенности системы линейных уравнений, в методе сеток.
- 27 Применение итерационных методов для моделирования электрических, магнитных и тепловых полей.
- 28 Метод прогонки.
- 29 Имитационные модели. Области применения.
- 30 Методы генерирования псевдослучайных чисел с заданным законом распределения.

## ***Раздел Применение математических моделей***

- 31 Вычислительный эксперимент. Основные этапы.
- 32 Планирование вычислительного эксперимента.

- 33 Оптимизация. Постановка задачи.
- 34 Классификация оптимизационных задач.
- 35 Классификация методов оптимизации.
- 36 Приведите пример оптимизационной задачи (по специальности).
- 37 Нелинейные задачи условной оптимизации.
- 38 Для чего нужно предварительные исследования целевой функции и системы ограничений.
- 39 Методы оптимизации первого порядка. Общая характеристика. Область применения.
- 40 Методы оптимизации второго порядка. Характеристика. Область применения.
- 41 Методы нулевого порядка. Характеристика. Достоинства и недостатки.
- 42 Метод золотого сечения.
- 43 Метод поразрядного приближения.
- 44 Комплексный метод Бокса. Алгоритм.
- 45 Особенности математических моделей, используемых для оптимизации.

### **Примеры тестовых заданий<sup>2</sup>**

#### 1.Познавательная модель

Это средство управления  
+Форма представления знаний  
Метод записи данных

#### 2.Прямое подобие

Объективно существует в природе  
+Устанавливается в процессе физического взаимодействия  
Устанавливается в результате соглашения

#### 3.Условное подобие

Объективно существует в природе  
Устанавливается в процессе физического взаимодействия  
+Устанавливается в результате соглашения

#### 4.Пример упрощенная модель это

материальное тело  
+идеальный газ  
паровоздушная смесь

#### 5. Дерево-это связный подграф содержащий

контуры и узлы  
+все узлы и ни одного контура  
пути и узлы

#### 6.Контурная матрица – это таблица коэффициентов уравнений, составленных по

Первому закону Кирхгофа  
+Второму закону Кирхгофа  
Закону Ома

---

<sup>2</sup> Тестовые задания расположены в системе дистанционного обучения <http://moodle.izhgsha.ru> и системе тестирования Sunrav Testoffice.



7. Под регрессионным анализом понимают  
+ исследование связей между входными и выходными значениями изучаемого процесса  
исследование структурного строения объекта  
исследование структурных связей объекта

8. Методы Рунге – Кутты используют для решения  
Дифференциальных уравнений в частных производных  
Трансцендентных уравнений  
+ Обыкновенных дифференциальных уравнений

9. Метод конечных разностей используют для решения  
+ Дифференциальных уравнений в частных производных  
Трансцендентных уравнений  
Обыкновенных дифференциальных уравнений

10. Задачи условной оптимизации  
Не содержат ограничений  
+ Содержат ограничения  
Не содержат целевой функции

#### **в) для промежуточной аттестации (зачета)**

- 1 Роль моделирования в познавательной и практической деятельности.
- 2 Классификация моделей.
- 3 Виды подобия модели и оригинала.
- 4 Познавательные и прагматические модели.
- 5 Классификация математических моделей.
- 6 Математические модели эволюции состояния. Классификация.
- 7 Системы дифференциальных уравнений как математические модели эволюции состояния. Фазовые траектории.
- 8 Что такое адекватность? Количественная оценка адекватности.
- 9 Постановка задачи математического моделирования. Проблемы. Цели. Критерии.
- 10 Основные этапы математического моделирования.
- 11 Построение математических моделей по экспериментальным данным. Уравнение регрессии.
- 12 Численные методы решения задач, приводящих к системам линейных уравнений.
- 13 Подобие тепловых и электрических полей.
- 14 Уравнение теплопроводности. Его аналог в теории электромагнитного поля.
- 15 Конечные разности и разностные уравнения.
- 16 Метод сеток. Применение для моделирования электрических и тепловых полей.
- 17 Условия однозначности. Граничные условия
- 18 Применение итерационных методов для моделирования электрических, магнитных и тепловых полей.
- 19 Имитационные модели. Области применения.
- 20 Методы генерирования псевдослучайных чисел с заданным законом распределения.
- 21 Вычислительный эксперимент. Основные этапы.

- 22 Планирование вычислительного эксперимента.
- 23 Оптимизация. Постановка задачи.
- 24 Классификация оптимизационных задач.
- 25 Классификация методов оптимизации.
- 26 Приведите пример оптимизационной задачи (по специальности).
- 27 Нелинейные задачи условной оптимизации.
- 28 Методы оптимизации первого порядка. Общая характеристика. Область применения.
- 29 Методы оптимизации второго порядка. Характеристика. Область применения.
- 30 Методы нулевого порядка. Характеристика. Достоинства и недостатки.
- 31 Метод золотого сечения.
- 32 Метод поразрядного приближения.
- 33 Комплексный метод Бокса. Алгоритм.

### **Расчетно-графическая работа**

Целью расчетно-графической работы является:

- закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентами при изучении курса «Математическое моделирование»;
- развитие навыков самостоятельного решения конкретных инженерных задач энергетики и электротехники.

### **Структура расчетно-графической работы**

Введение

#### **Постановка задачи**

Объект. Проблематика. Цель. Критерии. Критерий оптимальности. Ограничения. Искомые величины.

#### **Математическая модель**

Вектор неизвестных. Законы функционирования моделируемой системы. Целевая функция. Ограничения. Уравнения. Неравенства. Условия однозначности.

#### **Анализ математической модели**

Адекватность математической модели. Область адекватности. Непротиворечивость ограничений. Область допустимых значений задачи. Характер изменения целевой функции и ограничений.

#### **Упрощенное аналитическое решение задачи**

Упрощение модели. Аналитическое решение упрощенной задачи. Известные (инженерные) методы, применяемые для решения подобных задач.

#### **Обоснование и выбор метода численного решения задачи на ЭВМ**

##### **Программа**

Организация данных. Реализация математической модели (целевой функции и ограничений) в программе.

##### **Численное решение задачи на ЭВМ**

Исходные данные. Результаты численного решения. Сравнение численного и упрощенного решений. Выводы.

## **7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

| № | Наименование | Использует- | Се- | Количество эк- |
|---|--------------|-------------|-----|----------------|
|---|--------------|-------------|-----|----------------|

| п/п |  | ся при изучении разделов | местр | земпляров   |            |
|-----|--|--------------------------|-------|---|------------|
|     |  |                          |       | в библиотеке  | на кафедре |
| 1   | Биркган, С. Е. Математическое моделирование : учеб. пособие / Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, С. Е. Биркган. — Ярославль : ЯрГУ, 2012. — 92 с. — ISBN 978-5-8397-0906-5 | 1 – 3                    | 5     | ЭБС «Рукопт»<br><a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a> |            |
| 2   | Коржов, Е.Н. Математическое моделирование / Е.Н. Коржов. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2012. — 74 с. — 74 с.     | 1 – 3                    | 5     | ЭБС «Рукопт»<br><a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a> |            |
| 3   | Лекомцев П.Л. Математическое моделирование. Вводный курс. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013.   | 1 – 3                    | 5     | portal.izhgsha.ru   |            |
| 4   | П.Л. Лекомцев, Олин Н.Л. Математическое моделирование. - Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013 г. – 38 с.   | 1 – 3                    | 5     | portal.izhgsha.ru   |            |
| 5   | Доррер Г.А. Теория принятия решений. - Красноярск: ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», 2013. – 180 с.   | 1 – 3                    | 5     | ЭБС «Рукопт»<br><a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a> |            |
| 6   | Гурина Л.А. Методы моделирования и оптимизации в задачах электроэнергетики. - Благовещенск, 2012. – 91 с.  | 1 - 3                    | 5     | ЭБС «Рукопт»<br><a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a> |            |

### 7.3 Перечень Интернет -ресурсов

1. Сайт ФГБОУ ВО Ижевского ГСХА » <http://izhgsha.ru>
2. Интернет портал ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» <http://portal.izhgsha.ru>
3. ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru>
4. ЭБС «Agrilib» <http://ebs.rgazu.ru>

### 7.4 Методические указания по освоению дисциплины

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, размещенной на портале и просмотреть основную литературу, приведенную в рабочей программе в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». Книги, размещенные в электронно-библиотечных системах доступны из любой точки, где имеется выход в «Интернет», включая домашние компьютеры и устройства, позволяющие работать в сети «Интернет». Если выявили проблемы доступа к указанной литературе, обратитесь к преподавателю (либо на занятиях, либо через портал академии).

Для изучения дисциплины и выполнения заданий необходимо иметь чистую тетрадь. Перед началом занятий надо бегло повторить материал из курсов дисциплин «Математика», «Информатика», «Физика».

Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные

преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо подойти к преподавателю и получить индивидуальное задание по пропущенной теме.

Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения своих задач, не обязательно связанных с программой дисциплины.

Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением решать конкретные задачи по разработке и проектированию теплоэнергетических установок и процессов, а также выявлять существующие проблемы.

Полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки рекомендуется использовать при выполнении выпускной квалификационной работы, а также на производственной практике

### **7.5 Перечень информационных технологий, включая перечень информационно-справочных систем (при необходимости)**

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологии: поиск информации в глобальной сети Интернет; работа в электронно-библиотечных системах; работа в ЭИОС вуза (портал); компьютерное тестирование; программное обеспечение; мультимедийные лекции:

1. Программы MICROSOFT OFFICE.
2. Программа MATHCAD.
3. Программа MATLAB

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

*Для лекционного курса.*

1. Мультимедийная аппаратура

*Для лабораторно-практических и занятий.*

2. Компьютерный класс

**Перечень технических средств**

1. Компьютерная и проекционная техника

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ**

Показателями уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования являются:

1-й этап (уровень знаний):

– Умение отвечать на основные вопросы и тесты на уровне понимания сути – удовлетворительно (3).

- Умение грамотно рассуждать по теме задаваемых вопросов – хорошо (4)

- Умение формулировать проблемы по сути задаваемых вопросов – отлично (5)

2-й этап (уровень умений):

- Умение решать простые задачи с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).

- Умение решать задачи средней сложности – хорошо (4).

- Умение решать задачи повышенной сложности, самому ставить задачи – отлично (5).

3-й этап (уровень владения навыками):

- Умение формулировать и решать задачи из разных разделов с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).

- Умение находить проблемы, решать задачи повышенной сложности – хорошо (4).

- Умение самому ставить задачи, находить недостатки и ошибки в решениях – отлично (5).

#### **2.2 Методика оценивания уровня сформированности компетенций в целом по дисциплине**

Уровень сформированности компетенций в целом по дисциплине оценивается

на основе результатов текущего контроля знаний в процессе освоения дисциплины – как средний балл результатов текущих оценочных мероприятий в течение семестра;

на основе результатов промежуточной аттестации – как средняя оценка по ответам на вопросы к зачету и решению задач;

по результатам участия в научной работе, олимпиадах и конкурсах.

Оценка выставляется по 4-х бальной шкале – неудовлетворительно (2), удовлетворительно (3), хорошо (4), отлично (5).

### **3. 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**

#### **3.1 Типовые задания для оценки знаний, приобретаемые в ходе изучения дисциплины (1-й этап)**

##### **3.1.1 Модуль 1. Общие вопросы моделирования**

1. Роль моделирования в познавательной и практической деятельности.
2. Классификация моделей.
3. Система, системность. Модель - как системное отражение оригинала
4. Познавательные и прагматические модели.
5. Математические модели. Аксиоматическое и конструктивное определение математических моделей
6. Классификация математических моделей.
7. Основные этапы математического моделирования.
8. Математические модели эволюции состояния. Классификация

##### **3.1.2 Модуль 2. Исследование математических моделей**

1. Уравнение теплопроводности. Его аналог в теории электромагнитного поля
2. Подобие тепловых и электрических полей.
3. Конечные разности и разностные уравнения
4. Условия однозначности. Граничные условия
5. Метод сеток.
6. Численные методы решения задач,
7. Имитационные модели. Области применения.
8. Вычислительный эксперимент. Основные этапы
9. Конечные разности и разностные уравнения.

##### **3.1.3 Модуль 3. Оптимизация**

1. Оптимизация. Постановка задачи.
2. Нелинейные задачи условной оптимизации.
3. Классификация оптимизационных задач.
4. Классификация методов оптимизации.
5. Методы оптимизации первого порядка.
6. Методы оптимизации второго порядка
7. Задачи линейного программирования

#### **3.2 Типовые задания для оценки умений, приобретаемые в ходе изучения дисциплины (2-й этап)**

##### **3.2.1 Модуль 1. Общие вопросы моделирования**

1. Составление системы дифференциальных уравнений.
2. Построение математических моделей эволюции состояния.
3. Построение фазовых траекторий.
4. Количественная оценка адекватности.
5. Постановка задачи математического моделирования.
6. Выявление проблемы, цели. критериев.
7. Установление подобия модели и оригинала.

##### **3.2.2 Модуль 2. Исследование математических моделей**

1. Построение математических моделей по экспериментальным данным. Уравнение регрессии.
2. Составление уравнения теплопроводности. Его аналог в теории электромагнитного поля.
3. Применение для моделирования электрических и тепловых полей.
4. Установление условия однозначности. Граничные условия
5. Применение итерационных методов для моделирования электрических, магнитных и тепловых полей.
6. Генерирования псевдослучайных чисел с заданным законом распределения.
7. Планирование вычислительного эксперимента.

### **3.2.3 Модуль 3. Оптимизация.**

1. Сформулировать задачи условной оптимизации.
2. Сформулировать задачи оптимизации первого порядка.
3. Сформулировать задачи оптимизации второго порядка.
4. Сформулировать методы нулевого порядка
5. Описать метод золотого сечения.
6. Описать метод поразрядного приближения.
7. Описать комплексный метод Бокса. Алгоритм.
8. Сформулировать транспортную задачу линейного программирования
9. Сформулировать задачу о смесях линейного программирования

## **3.3 Типовые задания для оценки навыков, приобретаемые в ходе изучения дисциплины (3-й этап)**

### **3.3.1 Модуль 1. Общие вопросы моделирования**

1. Численные методы, используемые для моделирования переходных процессов
2. Построить систему дифференциальных уравнений переходного процесса
3. Построить фазовые траектории переходного процесса
4. Построить уравнение регрессии для «черного ящика»
5. Определить вид элементарных функции регрессионного уравнения
6. Отыскать коэффициенты регрессии методом наименьших квадратов
7. Определить адекватность модели с использованием критерия Фишера

### **3.3.2 Модуль 2. Исследование математических моделей**

1. Установить подобие тепловых и электрических полей
2. Описать нестационарное тепловое поле металлического стержня дифференциальными уравнениями в частных производных
3. Определить граничные условия задачи.
4. Получить из дифференциальных уравнений конечно разностные уравнения.
5. Определить вид полученной разностной схемы, установить условие сходимости схемы
6. Решить уравнение конечно-разностными методами.
7. Сформулировать задачу имитационного моделирования
8. Составить модель случайного процесса генератором случайных чисел
9. Определить надежность технической системы имитационным моделированием

### **3.3.3 Модуль 3. Оптимизация.**

1. Решить задачу одномерной оптимизации методом поразрядного приближения
2. Определить минимальную площадь поверхности параллелепипеда при заданном объеме.
3. Решить задачу выбора сечения проводников на минимум проводникового материала
4. Решить задачу трассировки линии электропередачи на минимум проводникового материала
5. Решить задачу трассировки линии электропередачи на минимум потерь электрической энергии

6. Решить задачу трассировки тепловой трассы на минимум потерь тепловой энергии
7. Решить задачу на минимум стоимости тепловой изоляции цилиндрической трубы
8. Решить транспортную задачу линейного программирования
9. Решить задачу о смесях линейного программирования

### Вопросы для подготовки к экзамену

- 1 Роль моделирования в познавательной и практической деятельности.
- 2 Классификация моделей.
- 3 Виды подобия модели и оригинала.
- 4 Познавательные и прагматические модели.
- 5 Классификация математических моделей.
- 6 Математические модели эволюции состояния. Классификация.
- 7 Системы дифференциальных уравнений как математические модели эволюции состояния. Фазовые траектории.
- 8 Что такое адекватность? Количественная оценка адекватности.
- 9 Постановка задачи математического моделирования. Проблемы. Цели. Критерии.
- 10 Основные этапы математического моделирования.
- 11 Построение математических моделей по экспериментальным данным. Уравнение регрессии.
- 12 Численные методы решения задач, приводящих к системам линейных уравнений.
- 13 Подобие тепловых и электрических полей.
- 14 Уравнение теплопроводности. Его аналог в теории электромагнитного поля.
- 15 Конечные разности и разностные уравнения.
- 16 Метод сеток. Применение для моделирования электрических и тепловых полей.
- 17 Условия однозначности. Граничные условия
- 18 Применение итерационных методов для моделирования электрических, магнитных и тепловых полей.
- 19 Имитационные модели. Области применения.
- 20 Методы генерирования псевдослучайных чисел с заданным законом распределения.
- 21 Вычислительный эксперимент. Основные этапы.
- 22 Планирование вычислительного эксперимента.
- 23 Оптимизация. Постановка задачи.
- 24 Классификация оптимизационных задач.
- 25 Классификация методов оптимизации.
- 26 Приведите пример оптимизационной задачи (по специальности).
- 27 Нелинейные задачи условной оптимизации.
- 28 Методы оптимизации первого порядка. Общая характеристика. Область применения.
- 29 Методы оптимизации второго порядка. Характеристика. Область применения.
- 30 Методы нулевого порядка. Характеристика. Достоинства и недостатки.
- 31 Метод золотого сечения.
- 32 Метод поразрядного приближения.
- 33 Комплексный метод Бокса. Алгоритм.