

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**  
**Математическое моделирование, численные методы**  
**и комплексы программ**

**Направление подготовки** 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

код и наименование направления подготовки

**Направленность** 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

название направленности/программы

**Квалификация выпускника** Исследователь. Преподаватель-исследователь

**Нормативный период обучения** 4 года

**Форма обучения** Очная

**Год начала подготовки** 2020

**Автор(ы) программы** проф. \_\_\_\_\_ **В.Ф. Барабанов**

должность и подпись

**Заведующий кафедрой  
автоматизированных  
и вычислительных систем** \_\_\_\_\_ **В.Ф. Барабанов**

подпись

**Руководитель ОПОП** \_\_\_\_\_ **С.Л. Подвальный**

подпись

**Воронеж 2021**

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1 Цели дисциплины**

Цель изучения дисциплины состоит в изучении и практическом освоении методологии математического моделирования, выбора численных методов решения оптимизационных задач и разработки комплексов программ их реализации в рамках выбранной области исследования.

### **1.2 Задачи освоения дисциплины**

Задачи дисциплины состоят в следующем:

- сформировать у обучаемых целостную методологию математического моделирования объектов из области исследования;
- освоить методологию выбора численных методов решения оптимизационных задач в рамках области исследования;
- освоить методику рациональной разработки комплексов программ для реализации построенной модели объекта исследования и выбранного метода решения задач в области исследования.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» относится к дисциплинам вариативной части блока Б.1 учебного плана.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (**УК-1**);
- владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (**ОПК-1**);
- способностью представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав (**ОПК-6**);
- владением технологиями математического моделирования объектов и систем их управления в рамках области научных исследований (**ПК-5**).

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции   |
|-------------|---|
| УК-1        | <p>знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- критерии оценки современных научных достижений в области математического моделирования и разработки численных методов</li> </ul>  |
|             | <p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</li> </ul>   |
|             | <p>владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой оценки научных достижений и разработок в области математического моделирования и разработки численных методов</li> </ul>  |
| ОПК-1       | <p>знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологию теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности</li> <li>- знать основные понятия теории моделирования</li> </ul>  |
|             | <p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методологию теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности</li> <li>- выполнять все этапы разработки моделей</li> </ul>   |
|             | <p>владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой организации теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности</li> <li>- методиками проверки корректности и эффективности разработанных моделей</li> </ul>   |
| ОПК-6       | <p>знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правила представления результатов научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав</li> <li>- основные методы решения оптимизационных задач</li> </ul>  |
|             | <p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав</li> <li>- определять области применения различных методов оптимизации, интерпретировать результаты вычислений и оценивать качество полученных результатов</li> </ul> |

|      |  |
|------|--|
|      | владеть<br>- методикой представления результатов научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав<br>- методиками проверки корректности и эффективности полученных решений |
| ПК-5 | знать<br>- этапы и основные технологии разработки комплексов программ для реализации построенной модели объекта исследования и выбранного метода решения задач в области исследования                                  |
|      | уметь<br>- проектировать и разрабатывать комплексы программ для реализации построенной модели объекта исследования и выбранного метода решения задач в области исследования  |
|      | владеть<br>- методикой применения технологий разработки комплексов программ для реализации построенной модели объекта исследования и выбранного метода решения задач в области исследования                            |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» составляет 6 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий.

| Вид учебной работы   | Всего часов | Семестры |         |  |  |
|--|-------------|----------|---------|--|--|
|  |             | 5        | 6       |  |  |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>                              | 32          | 14       | 18      |  |  |
| В том числе:   |             |          |         |  |  |
| Лекции,  | 32          | 14       | 18      |  |  |
| в том числе в форме практической подготовки                    | 12          | 6        | 6       |  |  |
| Практические занятия (ПЗ)                                      |             |          |         |  |  |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                  | 157         | 58       | 99      |  |  |
| Экзамен  | 27          |          | 27      |  |  |
| Реферат (есть, нет)  |             | нет      | нет     |  |  |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен) |             | зачет    | экзамен |  |  |
| Общая трудоемкость час<br>зач. ед.                             | 216         | 72       | 144     |  |  |
|  | 6           | 2        | 4       |  |  |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

| № п/п | Наименование темы   | Содержание раздела   | Лекц | Прак зан. | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|-------|---|--|------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1     | Моделирование объектов исследования и систем их управления            | <p>Основы теории моделирования. Модель. Причины использования моделей. Требования, предъявляемые к модели. Классификация моделей. Аналитическое моделирование. Этапы построения аналитической модели</p> <p>Понятие имитационного моделирования. Преимущества и недостатки имитационного моделирования. Этапы имитационного моделирования. Дискретно-событийное моделирование. Принципы построения дискретно-событийных моделей.</p> <p>Основы агентного моделирования. Создание агентов. Свойства агентов. Взаимодействие агентов. Области видимости агентов.</p> <p>Основные принципы создания модели с использованием системной динамики. Специфика функционирования моделей, построенных с использованием системной динамики. Примеры. Проведение оптимизационных экспериментов в среде AnyLogic. Простой эксперимент. Варьирование параметров. Оптимизация.</p> | 8    |           |           | 20  | 28         |
| 2     | Численные методы решения оптимизационных задач в области исследования | <p>Постановка оптимизационных задач. Классификация оптимизационных задач. Специфика задач линейного программирования. Симплекс-метод.</p> <p>Методы решения задач безусловной оптимизации. Метод множителей Лагранжа. Методы решения задач условной оптимизации. Теорема Куна-Таккера.</p> <p>Численные методы безусловной оптимизации: градиентный метод; метод Ньютона и его модификации. Численные методы решения задач условной оптимизации: метод проекции градиента; метод штрафных функций; метод барьерных функций.</p> <p>Особенности задач дискрет-</p>  | 6    |           |           | 38  | 44         |

|                           |  |  |           |  |  |           |           |
|---------------------------|--|--|-----------|--|--|-----------|-----------|
|                           |  | ной оптимизации. Аналитические методы решения задач дискретной оптимизации. Точные алгоритмы решения задач дискретной оптимизации: метод ветвей и границ, динамическое программирование, дихотомическое программирование. Приближенные методы решения задач дискретной оптимизации: алгоритмы локальной оптимизации, эвристические алгоритмы, жадные алгоритмы.  |           |  |  |           |           |
| <b>5 семестр Контроль</b> |  |  | зачет     |  |  |           |           |
| <b>5 семестр Итого</b>    |  |  | <b>14</b> |  |  | <b>58</b> | <b>72</b> |
| 3                         | Моделирование и решение оптимизационных задач в системах массового обслуживания                            | <p>Классификация систем массового обслуживания. Системы массового обслуживания с отказами. Системы массового обслуживания с очередью ограниченной длины.</p> <p>Системы массового обслуживания с очередью неограниченной длины. Системы массового обслуживания с очередью, ограниченной временем ожидания.</p> <p>Особенности функционирования сложных обслуживающих систем. Классификация систем. Анализ систем массового обслуживания с дисциплиной ожидания, отличной от FIFO. Оптимизация систем массового обслуживания.</p> | 6         |  |  | 32        | 38        |
| 4                         | Проектирование программного обеспечения для реализации моделирования и оптимизации исследовательских задач | <p>Анализ существующих методик проектирования программного обеспечения. Развитие и адаптация данных методик к объекту исследования.</p> <p>CASE средства разработки программного обеспечения.</p>  | 6         |  |  | 32        | 38        |
| 5                         | Разработка программного обеспечения для реализации моделирования и оптимизации исследовательских задач     | <p>Технологии разработки программного обеспечения.</p> <p>Инструментальные средства разработки программного обеспечения.</p> <p>Тестирование и верификация разработанного программного обеспечения</p>   | 6         |  |  | 35        | 41        |

|                           |                      |  |  |            |            |
|---------------------------|----------------------|--|--|------------|------------|
| <b>6 семестр Контроль</b> | <b>Эк-<br/>замен</b> |  |  |            | <b>27</b>  |
| <b>6 семестр Итого</b>    | <b>18</b>            |  |  | <b>99</b>  | <b>144</b> |
| <b>ИТОГО</b>              | <b>32</b>            |  |  | <b>157</b> | <b>216</b> |

Практическая подготовка при освоении дисциплины проводится путем непосредственного выполнения обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы на лекционных занятиях.

| № п/п | Семестр | Перечень выполняемых обучающимся отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью                    | Формируемые профессиональные компетенции |
|-------|---------|---|--|
| 1     | 5       | Разработка математической модели объекта исследования и системы его управления  | ПК-5                                     |
| 2     | 6       | Разработка проекта информационного обеспечения для реализации математической модели объекта исследования и системы его управления | ПК-5                                     |

## 6 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение реферата.

## 7 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции | Критерии оценивания | Аттестован | Не аттестован |
|-------------|---|---------------------|------------|---------------|
|-------------|---|---------------------|------------|---------------|

|       |   |   |   |   |
|-------|---|---|---|---|
| УК-1  | <p>знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- критерии оценки современных научных достижений в области математического моделирования и разработки численных методов</li> </ul>  | Активная работа на лекционных занятиях, отвечает на теоретические вопросы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|       | <p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</li> </ul>   | Решение стандартных практических задач                                    | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|       | <p>владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой оценки научных достижений и разработок в области математического моделирования и разработки численных методов</li> </ul>  | Решение прикладных задач в конкретной предметной области                  | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ОПК-1 | <p>знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологию теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности</li> <li>- знать основные понятия теории моделирования</li> </ul>  | Активная работа на лекционных занятиях, отвечает на теоретические вопросы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|       | <p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методологию теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности</li> <li>- выполнять все этапы разработки моделей</li> </ul>                                   | Решение стандартных практических задач                                    | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|       | <p>владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой организации теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности</li> <li>- методиками проверки корректности и эффективности разработанных моделей</li> </ul> | Решение прикладных задач в конкретной предметной области                  | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ОПК-6 | <p>знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правила представления результатов научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав</li> <li>- основные методы решения оптимизационных задач</li> </ul>          | Активная работа на лекционных занятиях, отвечает на теоретические вопросы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |



|             |   |   |   |   |
|-------------|---|---|---|---|
|             | <p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав</li> <li>- определять области применения различных методов оптимизации, интерпретировать результаты вычислений и оценивать качество полученных результатов</li> </ul> | Решение стандартных практических задач                                    | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | <p>владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой представления результатов научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав</li> <li>- методиками проверки корректности и эффективности полученных решений</li> </ul>  | Решение прикладных задач в конкретной предметной области                  | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| <b>ПК-5</b> | <p>знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- этапы и основные технологии разработки комплексов программ для реализации построенной модели объекта исследования и выбранного метода решения задач в области исследования</li> </ul>   | Активная работа на лекционных занятиях, отвечает на теоретические вопросы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | <p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проектировать и разрабатывать комплексы программ для реализации построенной модели объекта исследования и выбранного метода решения задач в области исследования</li> </ul>   | Решение стандартных практических задач                                    | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | <p>владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой применения технологий разработки комплексов программ для реализации построенной модели объекта исследования и выбранного метода решения задач в области исследования</li> </ul>   | Решение прикладных задач в конкретной предметной области                  | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

## 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются зачетом в 5 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»;

«не зачтено».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции   | Критерии оценивания                             | Зачтено   | Не зачтено  |
|-------------|---|---|---|---|
| УК-1        | знать<br>- критерии оценки современных научных достижений в области математического моделирования и разработки численных методов  | Тест  | Выполнение теста на 70-100%   | Выполнение менее 70%  |
|             | уметь<br>- генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях   | Решение стандартных практических задач          | Выполнение индивидуального практического задания в области исследования | Невыполнение индивидуального практического задания в области исследования |
|             | владеть<br>- методикой оценки научных достижений и разработок в области математического моделирования и разработки численных методов  | Решение прикладных задач в области исследования | Выполнение индивидуальной прикладной задачи в области исследования      | Невыполнение индивидуальной прикладной задачи в области исследования      |
| ОПК-1       | знать<br>- методологию теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности<br>- знать основные понятия теории моделирования  | Тест  | Выполнение теста на 70-100%   | Выполнение менее 70%  |
|             | уметь<br>- применять методологию теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности<br>- выполнять все этапы разработки моделей                                   | Решение стандартных практических задач          | Выполнение индивидуального практического задания в области исследования | Невыполнение индивидуального практического задания в области исследования |
|             | владеть<br>- методикой организации теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности<br>- методиками проверки корректности и эффективности разработанных моделей | Решение прикладных задач в области исследования | Выполнение индивидуальной прикладной задачи в области исследования      | Невыполнение индивидуальной прикладной задачи в области исследования      |
| ОПК-6       | знать<br>- правила представления результатов научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав   | Тест  | Выполнение теста на 70-100%   | Выполнение менее 70%  |

|      |   |   |   |   |
|------|---|---|---|---|
|      | - основные методы решения оптимизационных задач   |   |   |   |
|      | уметь<br>- представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав<br>- определять области применения различных методов оптимизации, интерпретировать результаты вычислений и оценивать качество полученных результатов | Решение стандартных практических задач          | Выполнение индивидуального практического задания в области исследования | Невыполнение индивидуального практического задания в области исследования |
|      | владеть<br>- методикой представления результатов научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав<br>- методиками проверки корректности и эффективности полученных решений  | Решение прикладных задач в области исследования | Выполнение индивидуальной прикладной задачи в области исследования      | Невыполнение индивидуальной прикладной задачи в области исследования      |
| ПК-5 | знать<br>- этапы и основные технологии разработки комплексов программ для реализации построенной модели объекта исследования и выбранного метода решения задач в области исследования   | Тест  | Выполнение теста на 70-100%   | Выполнение менее 70%  |
|      | уметь<br>- проектировать и разрабатывать комплексы программ для реализации построенной модели объекта исследования и выбранного метода решения задач в области исследования   | Решение стандартных практических задач          | Выполнение индивидуального практического задания в области исследования | Невыполнение индивидуального практического задания в области исследования |
|      | владеть<br>- методикой применения технологий разработки комплексов программ для реализации построенной модели объекта исследования и выбранного метода решения задач в области исследования   | Решение прикладных задач в области исследования | Выполнение индивидуальной прикладной задачи в области исследования      | Невыполнение индивидуальной прикладной задачи в области исследования      |

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются на экзамене в бсеместре для очной формы обучения по системе:

«отлично»;  
«хорошо»;  
«удовлетворительно»;  
«неудовлетворительно».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции   | Критерии оценивания                                      | Отлично  | Хорошо  | Удовл  | Неудовл                              |
|-------------|---|--|--|---|--|--------------------------------------|
| УК-1        | знать<br>- критерии оценки современных научных достижений в области математического моделирования и разработки численных методов  | Тест   | Выполнение теста на 90-100%                            | Выполнение теста на 80-90%  | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | уметь<br>- генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях   | Решение стандартных практических задач                   | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
|             | владеть<br>- методикой оценки научных достижений и разработок в области математического моделирования и разработки численных методов  | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
| ОПК-1       | знать<br>- методологию теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности<br>- знать основные понятия теории моделирования                  | Тест   | Выполнение теста на 90-100%                            | Выполнение теста на 80-90%  | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | уметь<br>- применять методологию теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности<br>- выполнять все этапы разработки моделей             | Решение стандартных практических задач                   | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
|             | владеть<br>- методикой организации теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности<br>- методиками проверки корректности и эффективности | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |

|       |   |  |  |   |  |                                      |
|-------|---|--|--|---|--|--------------------------------------|
|       | разработанных моделей   |  |  |   |  |                                      |
| ОПК-6 | <p>знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правила представления результатов научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав</li> <li>- основные методы решения оптимизационных задач</li> </ul>  | Тест   | Выполнение теста на 90-100%                            | Выполнение теста на 80-90%  | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|       | <p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав</li> <li>- определять области применения различных методов оптимизации, интерпретировать результаты вычислений и оценивать качество полученных результатов</li> </ul> | Решение стандартных практических задач                   | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
|       | <p>владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой представления результатов научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав</li> <li>- методиками проверки корректности и эффективности полученных решений</li> </ul>  | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
| ПК-5  | <p>знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- этапы и основные технологии разработки комплексов программ для реализации построенной модели объекта исследования и выбранного метода решения задач в области исследования</li> </ul>   | Тест   | Выполнение теста на 90-100%                            | Выполнение теста на 80-90%  | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|       | <p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проектировать и разрабатывать ком-</li> </ul>   | Решение стандартных практических                         | Задачи решены в полном объеме                          | Продемонстрирован верный ход  | Продемонстрирован верный ход                             | Задачи не решены                     |

|  |  |  |   |  |                  |
|--|--|--|---|--|------------------|
| плексы программ для реализации построенной модели объекта исследования и выбранного метода решения задач в области исследования  | задач  | и получены верные ответы                               | решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах                              | решения в большинстве задач                              |                  |
| владеть - методикой применения технологий разработки комплексов программ для реализации построенной модели объекта исследования и выбранного метода решения задач в области исследования | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

#### 1. Дополните

Основным методом исследования сложных объектов является метод ... моделирования на ЭВМ.

- а) математического
- б) динамического
- в) статистического
- г) физического

Правильный ответ а)

#### 2. Укажите номер правильного ответа

... моделями являются модели, в которых свойства реального объекта представляются свойством такого же объекта или некоторым другим свойством аналогичного по поведению объекта.

- а) физическими
- б) статическими
- в) динамическими
- г) линейными

Правильный ответ а)

#### 3. Укажите номер правильного ответа

... модели описывают процессы не изменяющиеся во времени, т.е. поведение объекта в установившихся режимах.

- а) физические

- б) статические
  - в) динамические
  - г) линейные
- Правильный ответ б)

4. Укажите номер правильного ответа

Для методов идентификации стохастических объектов очень важно, чтобы результаты наблюдений случайной величины подчинялись ... закону распределения.

- а) Равномерному
  - б) Нормальному
  - в) Экспоненциальному
  - г) Логарифмически нормальному
- Правильный ответ а)

5. Дополните

... модели представляют собой формализованные математические описания, отражающие с требуемой точностью процессы, происходящие в исследуемом объекте.

- а) знаковые
  - б) физические
  - в) математические
  - г) натурные
- правильный ответ в)

6. Дополните

В математическом моделировании выделяют ... моделирование, под которым понимают воспроизведение объектов с имитацией случайными величинами и случайными процессами элементов оригинала, которые не удастся представить определенными математическими моделями.

- а) аналитическое
  - б) физическое
  - в) численное
  - г) имитационное
- Правильный ответ г)

7. Укажите номер правильного ответа

Модель не обязана быть:

- а) адекватной
  - б) наглядной
  - в) простой и понятной пользователю
  - г) экономичной
- Правильный ответ б)

8. Дополните

используется для построения модели, отражающей развитие системы во времени, когда состояния переменных меняются мгновенно в конкретные моменты времени.

- а) агентное моделирование
- б) системная динамика
- в) дискретно-событийное моделирование
- г) объектное моделирование

Правильный ответ в)

9. Какой элемент диаграммы состояний может отсутствовать в модели:

- а) начало диаграммы состояний
- б) состояние
- в) переход
- г) конечное состояние

Правильный ответ г)

10. Дополните

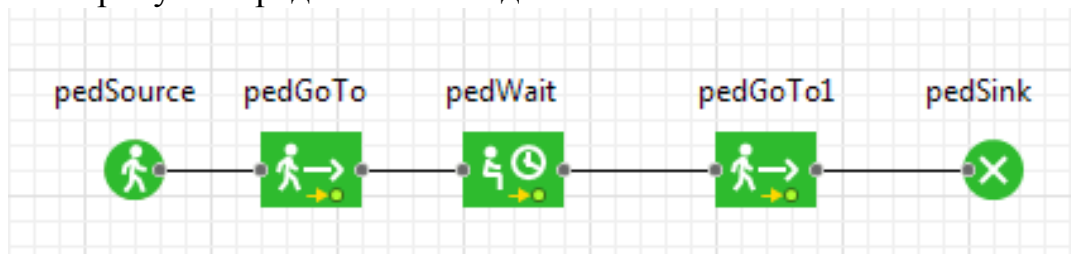
Под ... понимается элемент модели, который может иметь поведение, память, историю, контакты и т.д.

- а) агентом
- б) объектом
- в) блоком
- г) ресурсом

Правильный ответ а)

## 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. На рисунке представлена модель...:

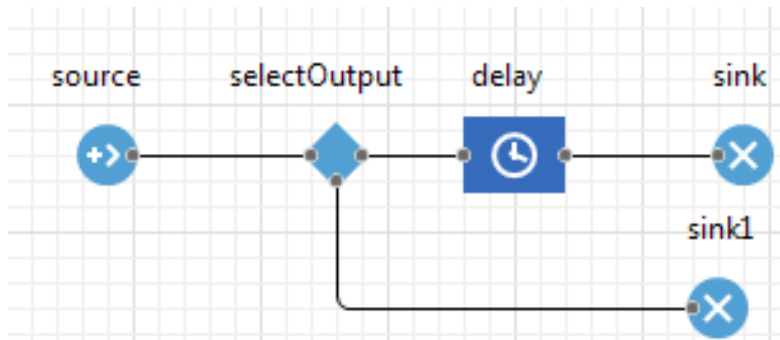


- а) дорожного движения
- б) движения пешеходов
- в) движения железнодорожного транспорта
- г) моделирование потоков

Правильный ответ б)

2. На рисунке представлена модель ...





- а) система без очереди с отказами
  - б) система с неограниченной очередью
  - в) система с очередью, ограниченной временем обслуживания
  - г) система с очередью ограниченной длины
- Правильный ответ а)

3. Укажите правильный ответ

Позволяет определить функции, выполняемые программными системами и видимые пользователями.

- 1 - Диаграммы прецедентов
- 2 - Диаграммы классов
- 3 - Диаграммы последовательности действий
- 4 - Диаграммы активности

Ответ 1

4. Укажите правильный ответ

Описывают концептуальную логическую модель проектируемой ИС или ПС и отражают отдельные сущности предметной области и взаимосвязи между ними.

- 1 - Диаграммы прецедентов
- 2 - Диаграммы классов
- 3 - Диаграммы последовательности действий
- 4 - Диаграммы активности

Ответ 2

5. Укажите правильный ответ

Это подробные процедурные описания вариантов использования системы всеми заинтересованными лицами, а также внешними системами.

- 1 - Актеры
- 2 - Внешние сущности
- 3 - Объекты
- 4 - Прецеденты

Ответ 4

6. Укажите правильный ответ

Заинтересованные лица, или действующие лица, или внешние системы в диаграммах прецедентов.

- 1 - Актеры
- 2 - Внешние сущности
- 3 - Объекты
- 4 - Прецеденты

Ответ 1

7. Укажите правильный ответ

Графическая модель, которая для определенного сценария варианта использования показывает динамику взаимодействия объектов во времени.

- 1 - Диаграмма прецедентов
- 2 - Диаграмма классов
- 3 - Диаграмма последовательностей
- 4 - Диаграмма деятельности

Ответ 3

8. Укажите правильный ответ

Диаграмма позволяет конкретизировать основные функции разрабатываемого программного обеспечения.

- 1 - Диаграмма прецедентов
- 2 - Диаграмма классов
- 3 - Диаграмма деятельностей
- 4 - Диаграмма состояний

Ответ 3

9. Укажите правильный ответ

Характеризует поведение элемента модели в течение его жизненного цикла. Данные диаграммы моделируют поведение реактивных объектов.

- 1 - Диаграмма прецедентов
- 2 - Диаграмма классов
- 3 - Диаграмма деятельностей
- 4 - Диаграмма состояний

Ответ 4

10. Укажите правильный ответ

Это ситуация в жизни объекта, на протяжении которой он удовлетворяет некоторому условию, осуществляет определенную деятельность или ожидает какого-то события.

- 1 - Класс
- 2 - Объект
- 3 - Линия жизни
- 4 - Состояние

Ответ 4

11. Укажите правильный ответ

Диаграммы показывают движение потоков данных в проектируемой системе.

1 - Диаграмма деятельности

2 - Диаграмма состояний

3 - Диаграмма активности

4 - Диаграмма прецедентов

Ответ 3

12. Укажите номер правильного ответа

Диаграммы показывают взаимодействие между объектами и передачу данных во время этого взаимодействия.

1 - Диаграмма деятельности

2 - Диаграмма сотрудничества

3 - Диаграмма состояний

4 - Диаграмма активности

Ответ 2

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Определите правильную последовательность решения оптимизационной задачи:

а) проверка задачи на существование и единственность решения;

б) моделирование рассматриваемой физической ситуации;

в) анализ результата

г) выбор подходящего метода для решения оптимизационной задачи

д) реализация выбранного метода

правильная последовательность б) а) г) д) в)

2. Метод оптимизации, в котором осуществляется переход задачи с ограничениями к задаче без ограничений – это метод....:

а) классического анализа;

б) множителей Лагранжа;

в) линейного программирования

г) нелинейного программирования

Правильный ответ б)

3. Вид ограничений общей задачи линейного программирования – это:

а) уравнения и неравенства;

б) только уравнения;

в) только неравенства;

г) только условия неотрицательности.

Правильный ответ а)

4. Перечислите все методы, которые относятся к методам нулевого порядка:

- а) дихотомии;
  - б) наискорейшего спуска;
  - в) релаксации;
  - г) наилучшей пробы.
- Правильные ответы а) и г).

5. Какая матрица представляет собой градиент функции многих переменных?

- а) Матрица перестановок.
  - б) Матрица Якоби
  - в) Матрица множества альтернатив.
  - г) Матрица Гессе.
- Правильный ответ г)

6. Какая оптимизационная задача относится к задачам линейного программирования?

- а) В случае, если целевая функция линейна, а ограничения отсутствуют
  - б) в случае, если целевая функция и ограничения линейны
  - в) в случае, если ограничения линейны
  - г) в случае, если целевая функция линейна
- Правильный ответ б)

7. Если при попытке решить задачу методом линейного программирования не обнаружено необходимого числа базисных переменных, то:

- а) необходимо ввести искусственный базис
- б) задача является неразрешимой
- в) необходимо перейти к двойственной задаче
- г) необходимо использовать графический подход для решения данной задачи

Правильный ответ а)

8. На какие группы разделяются методы оптимизации в зависимости от существования или отсутствия ограничений?

- а) Полной и безусловной оптимизации.
- б) Полной и неполной оптимизации.
- в) условной и безусловной оптимизации.
- г) условной и частичной оптимизации.

Правильный ответ в)

9. Если некоторое множество  $D$  из  $R^n$ , замкнуто, ограничено. Функция  $f$  выпукла на  $R^n$ , то

- а) Функция  $f$  неограничена снизу на  $D$ .
- б) Задача минимизации функции  $f$  на  $D$  не имеет допустимых решений.
- в) Минимум функции  $f$  на  $R^n$  находится на границе множества  $D$ .

г) Функция  $f$  неограничена сверху на  $D$ .  
Правильный ответ в)

10. Пусть функция  $f$  линейна на  $R^n$ . В этом случае:

- а) в любой точке множество направлений спуска функции  $f$  не пусто
- б) в любой точке (кроме абсолютного минимума  $f$  на  $R^n$ ) множество направлений спуска функции  $f$  не пусто
- в) в любой точке множество направлений спуска функции пусто
- г) существуют точки, для которых множество направлений спуска функции  $f$  пусто; существуют точки, для которых множество направлений спуска функции  $f$  непусто.

Правильный ответ б)

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Критерии оценки современных научных достижений
2. Методы генерации новых идей при решении исследовательских задач
3. Методы генерации новых идей при решении практических задач
4. Методики оценки научных достижений
5. Модель. Причины использования моделей. Требования, предъявляемые к модели
6. Функции моделей
7. Классификация моделей по характеру изучаемых процессов
8. Классификация моделей по формам представления объектов
9. Аналитическое моделирование
10. Этапы построения аналитической модели
11. Понятие имитационного моделирования
12. Этапы имитационного моделирования
13. Дискретно-событийное моделирование
14. Классификация оптимизационных задач
15. Постановка задачи линейного программирования.
16. Каноническая форма записи задачи линейного программирования
17. Стандартная форма записи задачи линейного программирования и ее базисные решения
18. Алгоритм симплекс-метода
19. Постановка задачи нелинейного программирования
20. Методы решения нелинейных задач безусловной оптимизации с одной переменной
21. Методы решения нелинейных задач безусловной оптимизации с несколькими переменными
22. Нелинейные оптимизационные задачи с ограничениями и методы их решения
23. Задачи дискретной оптимизации

24. Методы решения задач дискретной оптимизации
25. Методы динамического программирования

### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Классификация систем массового обслуживания
2. Одноканальная система массового обслуживания с отказами
3. Многоканальная система массового обслуживания с отказами
4. Система массового обслуживания с очередью ограниченной длины
5. Система массового обслуживания с очередью неограниченной длины
6. Система массового обслуживания с очередью, ограниченной временем ожидания
7. Специфика функционирования сложных обслуживающих систем
8. Сети систем массового обслуживания
9. Использование аппарата имитационного моделирования для моделирования одноканальных и многоканальных систем и очередей
10. Анализ систем массового обслуживания с очередью, отличной от FIFO
11. Оптимизация систем массового обслуживания с точки зрения стоимости
12. Оптимизация систем массового обслуживания с точки зрения качества обслуживания
13. Основные направления научных исследований в области разработки программного обеспечения
14. Методология разработки программных систем. Основные задачи. Общие требования. Классификация методологий.
15. Основные технологии разработки программного обеспечения
16. Структурный подход к проектированию программных систем
17. Методология функционального моделирования. Построение моделей IDEF0, IDEF3, DFD. Методы построения модели данных
18. CASE-средства структурного проектирования программных систем
19. Методы тестирования и верификации программных систем
20. Объектно-ориентированный подход к проектированию программных систем
21. Унифицированный язык моделирования UML. Типы диаграмм. Диаграммы прецедентов. Диаграммы классов
22. Диаграммы последовательностей, деятельности и состояний
23. CASE-средства объектно-ориентированного проектирования программных систем
24. Технологии быстрой разработки программных приложений
25. Тестирование и верификация программного обеспечения

### **7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет оценивается по тест-билетам, каждый из которых содержит 15 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом.

Максимальное количество набранных баллов – 15.

Если количество набранных баллов больше или равно 10, то ставится зачтено. В противном случае – не зачтено.

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины   | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства   |
|-------|--|---|------------------------------------|
| 1     | Моделирование объектов исследования и систем их управления   | УК-1, ОПК-1, ОПК-6, ПК-5                      | Тест, зачет, экзамен, устный опрос |
| 2     | Численные методы решения оптимизационных задач в области исследования                                      | УК-1, ОПК-1, ОПК-6, ПК-5                      | Тест, зачет, экзамен, устный опрос |
| 3     | Моделирование и решение оптимизационных задач в системах массового обслуживания                            | УК-1, ОПК-1, ОПК-6, ПК-5                      | Тест, зачет, экзамен, устный опрос |
| 4     | Проектирование программного обеспечения для реализации моделирования и оптимизации исследовательских задач | УК-1, ОПК-1, ОПК-6, ПК-5                      | Тест, зачет, экзамен, устный опрос |
| 5     | Разработка программного обеспечения для реализации моделирования и оптимизации исследовательских задач     | УК-1, ОПК-1, ОПК-6, ПК-5                      | Тест, зачет, экзамен, устный опрос |

### **7.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8. УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Балдин, К. В. Математическое программирование : учебник / К.В. Балдин, Н.А. Брызгалов, А.В. Рукусуев; под общ. ред. К. В. Балдин. - 2-е изд. - Москва : Дашков и К°, 2018. - 218 с. : ил. - ISBN 978-5-394-01457-4.  
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=112201>
2. Холопкина Л.В. Методы оптимизации. Компьютерные технологии: учебное пособие. - Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2016. - 146 с. Обеспеченность 0,5
3. Белецкая С.Ю. Методы оптимизации в автоматизированных системах: учебное пособие / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2017. - 154 с. Обеспеченность 0,5
4. Львович И.Я. Информационные технологии моделирования и оптимизации. Краткая теория и приложения [Электронный ресурс]: монография/ Львович И.Я., Львович Я.Е., Фролов В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский институт высоких технологий, Научная книга, 2016.— 444 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67365.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Пальмов С.В. Методы и средства моделирования программного обеспечения [Электронный ресурс]: конспект лекций/ Пальмов С.В.— Электрон.



текстовые данные.— Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016.— 105 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71855.html>.— ЭБС «IPRbooks»

6. Зубкова Т.М. Технология разработки программного обеспечения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Зубкова Т.М.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017.— 469 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78846.html>.— ЭБС «IPRbooks»

7. Долженко А.И. Технологии командной разработки программного обеспечения информационных систем [Электронный ресурс]: курс лекций/ Долженко А.И.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Эр Медиа, 2019.— 300 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79723.html>.— ЭБС «IPRbooks»

8. Беспалов Д.А. Операционные системы реального времени и технологии разработки кроссплатформенного программного обеспечения. Ч.1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Беспалов Д.А., Гушанский С.М., Коробейникова Н.М.— Электрон. текстовые данные.— Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2019.— 139 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/95800.html>.— ЭБС «IPRbooks»

9. Беспалов Д.А. Операционные системы реального времени и технологии разработки кроссплатформенного программного обеспечения. Ч.2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Беспалов Д.А., Гушанский С.М., Коробейникова Н.М.— Электрон. текстовые данные.— Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2019.— 168 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/95801.html>.— ЭБС «IPRbooks»

10. Осипова Н.В. Программное обеспечение систем управления [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Осипова Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Издательский Дом МИСиС, 2019.— 74 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/98224.html>.— ЭБС «IPRbooks»

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

**Лицензионное ПО:**

- Windows Professional 7 Single Upgrade MVL A Each Academic
- Microsoft Office Word 2007
- Microsoft Office Excel 2007
- Microsoft Office Power Point 2007
- Teamcenter Unified Academic Perpetual License
- NX Academic Perpetual License
- Tecnomatix Manufacturing Acad Perpetual License
- Altium Designer Custom Board Implementation, Perpetual EDU License

- DipTrace 2.XX Standard Edition

**Свободно распространяемое ПО:**

- Microsoft Visual Studio Community Edition

**Отечественное ПО:**

- Яндекс.Браузер - Архиватор 7z
- Astra Linux
- 1С:PDM Управление инженерными данными

**Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

- Образовательный портал ВГТУ
- <http://www.edu.ru/>
- <https://metanit.com/>

**Информационно-справочные системы:**

- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>

**Современные профессиональные базы данных:**

- <https://proglib.io>
- <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/>
- <https://docs.microsoft.com/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Для проведения лекционных занятий имеется аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Для проведения самостоятельных работ необходима лаборатория с ПК, оснащенными программами для проведения самостоятельной работы и обеспечивающими возможность доступа к локальной сети кафедры и Интернет, из следующего перечня:

- 307 (Лаборатория микропроцессорной техники)
- 309 (Лаборатория телекоммуникационных систем)
- 311 (Лаборатория разработки программных систем)
- 320 (Лаборатория общего назначения)
- 322 (Лаборатория распределённых вычислений)
- 324 (Специализированная лаборатория сетевых систем управления (научно-образовательный центр «АТОС»))
- 325 (Лаборатория автоматизации проектирования вычислительных комплексов и сетей).

Лаборатории расположены по адресу: 394066, г. Воронеж, Московский проспект, 179 (учебный корпус №3).

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

По дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» читаются лекции.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Контроль усвоения материала дисциплины производится путем зачета и экзамена.

| Вид учебных занятий                   | Деятельность студента  |
|---------------------------------------|--|
| Лекция                                | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии. |
| Самостоятельная работа                | Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>   |
| Подготовка к промежуточной аттестации | Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.  |

### Лист регистрации изменений

| №<br>п/п | Перечень вносимых изменений | Дата<br>внесения<br>изменений | Подпись<br>заведующего<br>кафедрой,<br>ответственной за<br>реализацию<br>ОПОП |
|----------|-----------------------------|-------------------------------|---|
|          |                             |                               |   |
|          |                             |                               |   |
|          |                             |                               |   |