

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Рукович Александр Владимирович

Должность: Директор

Дата подписания: 25.11.2024 14:18:58

Уникальный программный ключ:

f45eb7c44954caac05ea7d4f32e007f005cb96ae609b4bda074akdamb7031

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»

Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

Кафедра математики и информатики

Рабочая программа дисциплины

### **Б1.О.22 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

для программы бакалавриата

по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика

Направленность программы: Прикладная информатика в менеджменте

Форма обучения: очная

Автор: Зарипова М.Ю., ст. преподаватель кафедры МиИ, e-mail: [mari.zaripova.1605@mail.ru](mailto:mari.zaripova.1605@mail.ru)

|  |  |   |
|--|--|---|
| РЕКОМЕНДОВАНО<br>Заведующий кафедрой<br>разработчика МиИ<br>_____/ Самохина В.М./<br>протокол № 10<br>от «24» апреля 2024 г.     | ОДОБРЕНО<br>Заведующий выпускающей<br>кафедрой МиИ<br>_____/ Самохина В.М./<br>протокол № 10<br>от «24» апреля 2024 г. | ПРОВЕРЕНО<br>Нормоконтроль в составе<br>ОПОП пройден<br>Специалист УМО<br>_____/Таркова О.Е./<br>«15» мая 2024 г. |
| Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП<br><br>Председатель УМС _____ / Ядреева Л.Д./<br>протокол УМС №10 от «16» мая 2024 г. |  | Зав. библиотекой<br><br>_____/Иголина С.В./<br>«15» мая 2024 г.   |

Нерюнгри 2024

**1. АННОТАЦИЯ**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**Б1.О.22 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**  
Трудоемкость 113.е.

**1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины**

Целью освоения дисциплины является: формирование у студентов системы знаний и умений по применению математических методов, возможностей имитационного и математического моделирования для обоснования и оценки рекомендуемых решений в сфере профессиональной деятельности, с использованием различных видов архитектур программного обеспечения, поддерживающих автоматизированные средства моделирования.

Краткое содержание дисциплины: основные понятия теории моделирования, виды моделирования, математическое моделирование и этапы построения математической модели, системы компьютерной математики, численное решение задач математики, статистические методы обработки экспериментальных данных, корреляционный, регрессионный и факторный анализ, модели теории оптимального управления, задачи линейной и нелинейной оптимизации, транспортные задачи, многокритериальная и дискретная оптимизация, понятие имитационного моделирования, дискретно-событийный, агентный и системнодинамический подходы, системы имитационного моделирования и обзор их возможностей, компьютерная реализация имитационных моделей, метод Монте-Карло и моделирование случайных потоков событий, элементы теории систем массового обслуживания и агрегативные функции в имитационном моделировании, тестирование и проверка работы модели, оценка адекватности, верификация модели и валидация данных, математическое и имитационное моделирование сложных систем.

**1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

| Наименование категории (группы) компетенций | Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)  | Наименование индикатора достижения компетенций  | Планируемые результаты обучения по дисциплине   | Оценочные средства   |
|---|--|---|---|--|
| ОПК: общепрофессиональные компетенции       | ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | ОПК-1.1 - Знать основы дискретной математики, математического анализа, линейной алгебры и геометрии, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации, численных методов, математического и имитационного моделирования, вычислительной техники для теоретического и экспериментального | <b>Знать:</b> основы дискретной математики, математического анализа, линейной алгебры и геометрии, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации, численных методов, математического и имитационного моделирования, вычислительной техники для | Лабораторные работы<br>Самостоятельная работа<br><br>Лабораторные работы<br><br>Контрольная работа |

|  |  |   |   |  |
|--|--|---|---|--|
|  |  | <p>исследования в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-1.2 - Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, об основах вычислительной техники, методов математического анализа, линейной алгебры и геометрии, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизаций, и численного, математического и имитационного моделирования</p> <p>ОПК-1.3 - Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности наук</p> | <p>исследования в профессиональной деятельности</p> <p><b>Уметь:</b> решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, об основах вычислительной техники, методов математического анализа, линейной алгебры и геометрии, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизаций, и численного, математического и имитационного моделирования</p> <p><b>Владеть:</b> навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности наук</p> |  |
|  | <p>ОПК-2. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности</p> | <p>ОПК-2.1 - Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-2.2 - Умеет выбирать современные информационные</p>   | <p><b>Знать:</b> современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать современные информационные технологии и программные</p>  |  |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  |   | технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности<br>ОПК-2.3 - Владеет навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности   | средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности<br><b>Владеть:</b> навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности  |
|  | ОПК-6. Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования. | ОПК-6.1 - Знать основы теории систем и системного анализа, численных методов, математического и имитационного моделирования<br>ОПК-6.2 - Умеет применять методы математического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем<br>ОПК-6.3 - Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности | <b>Знать:</b> основы теории систем и системного анализа, численных методов, математического и имитационного моделирования<br><b>Уметь:</b> применять методы математического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем<br><b>Владеть:</b> навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения |

|  |  |  |   |                          |  |
|--|--|--|---|--------------------------|--|
|  |  | создания<br>применения<br>информационных<br>систем | и | информационных<br>систем |  |
|--|--|--|---|--------------------------|--|

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

| Индекс  | Наименование дисциплины                     | Семестр изучения | Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик  |   |
|---------|---|------------------|--|---|
|         |   |                  | на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)   | для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой  |
| Б1.О.22 | Математическое и имитационное моделирование | 6, 7, 8          | Б1.О.13 Математика<br>Б1.О.24 Численные методы<br>Б1.В.ДВ.04.01 Математическое моделирование MathCad<br>Б1.В.ДВ.04.02 Математическое моделирование MathLab | Б2.В.02(П) Производственная проектно-технологическая практика<br>Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы |

1.4. Язык преподавания: русский.

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

Выписка из учебного плана (гр. Б-ПИ-24):

|   |   |  |
|---|---|--|
| Код и название дисциплины по учебному плану                                   | Б1.О.22 Математическое и имитационное моделирование |  |
| Курс изучения   | 3,4   |  |
| Семестр(ы) изучения   | 6, 7, 8   |  |
| Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)                                | 6, 7 – зачет<br>8 - экзамен                         |  |
| Контрольная   | 8   |  |
| Трудоемкость (в ЗЕТ)  | 9 ЗЕТ   |  |
| <b>Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:</b>                   | 72/72/180   |  |
| <b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>      | Объем аудиторной работы, в часах                    | В т.ч. с применением ДОТ или ЭО <sup>1</sup> , в часах |
| Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):                                      | 34/57/59  | -  |
| 1.1. Занятия лекционного типа (лекции)  | 16/28/22  | -  |
| 1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:                                | -   | -  |
| - семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)                         | -   | -  |
| - лабораторные работы   | 16/28/33  | -  |
| - практикумы  | -   | -  |
| 1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)                      | 2/1/4   | -  |
| <b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>                 | 38/15/94  |  |
| <b>№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)</b> | 0/0/27  |  |

<sup>1</sup>Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

### 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

| Раздел  | Всего часов | Контактная работа, в часах |                               |  |                               |                     |                               |            |                               |                    | Часы СРС          |
|---|-------------|----------------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|--------------------|-------------------|
|   |             | Лекции                     | из них с применением ЭО и ДОТ | Семинары (практические занятия, коллоквиумы) | из них с применением ЭО и ДОТ | Лабораторные работы | из них с применением ЭО и ДОТ | Практикумы | из них с применением ЭО и ДОТ | КСР (консультации) |                   |
| <b>6 семестр</b>  |             |                            |                               |  |                               |                     |                               |            |                               |                    |                   |
| 1. Основные понятия теории моделирования. Математическое моделирование.                               | 8           | 4                          | -                             | -  | -                             | 2                   | -                             | -          | -                             | -                  | 2(ЛР)             |
| 2. Основы численного анализа и методы статистического моделирования                                   | 18          | 6                          | -                             | -  | -                             | 6                   | -                             | -          | -                             | -                  | 6 (ЛР)            |
| 3. Модели теории оптимального управления  | 46          | 6                          | -                             | -  | -                             | 8                   | -                             | -          | -                             | 2                  | 8 (ЛР)<br>22 (СР) |
| <b>Всего часов 6 сем</b>  | <b>72</b>   | <b>16</b>                  | <b>-</b>                      | <b>-</b>                                     | <b>-</b>                      | <b>16</b>           | <b>-</b>                      | <b>-</b>   | <b>-</b>                      | <b>2</b>           | <b>38</b>         |
| <b>7 семестр</b>  |             |                            |                               |  |                               |                     |                               |            |                               |                    |                   |
| 4. Теоретические основы имитационного моделирования. Программные системы имитационного моделирования. | 20          | 8                          | -                             | -  | -                             | 8                   | -                             | -          | -                             | -                  | 3(ПР)             |
| 5. Компьютерная реализация имитационных моделей и их структура.                                       | 25          | 10                         | -                             | -  | -                             | 10                  | -                             | -          | -                             | -                  | 3(ПР)             |
| 6. Математические основы имитационного моделирования  | 27          | 10                         | -                             | -  | -                             | 10                  | -                             | -          | -                             | 1                  | 3(ПР)<br>6(СР)    |
| <b>Всего часов 7 сем</b>  | <b>72</b>   | <b>28</b>                  | <b>-</b>                      | <b>-</b>                                     | <b>-</b>                      | <b>28</b>           | <b>-</b>                      | <b>-</b>   | <b>-</b>                      | <b>1</b>           | <b>15</b>         |
| <b>8 семестр</b>  |             |                            |                               |  |                               |                     |                               |            |                               |                    |                   |

|   |     |    |   |   |   |    |   |   |   |   |                  |
|---|-----|----|---|---|---|----|---|---|---|---|------------------|
| 7. Исследование имитационной модели и принятие решений        | 47  | 10 | - | - | - | 12 | - | - | - | 2 | 23(ЛР)           |
| 8. Математическое и имитационное моделирование сложных систем | 106 | 12 | - | - | - | 21 | - | - | - | 2 | 36(ЛР)<br>35(КР) |
| Всего часов 8 сем   | 153 | 22 | - | - | - | 33 | - | - | - | 4 | 94+27            |

Примечание: ЛР-подготовка к лабораторным занятиям, СР –самостоятельная работа, К – контрольная работа.

### 3.2. Содержание тем программы дисциплины

#### 6 семестр

#### **Тема 1. Основные понятия теории моделирования. Математическое моделирование.**

Понятие математического моделирования. Виды математических моделей. Этапы математического моделирования.

#### **Тема 2. Основы численного анализа и методы статистического моделирования**

Системы компьютерной математики. Обзор их возможностей. Численное решение задач дифференциального и интегрального исчисления. Исследование функций и возможности графического представления данных. Обработка и оценка результатов исследования. Корреляционный и регрессионный анализ исследовательских данных. Планирование и обработка результатов факторного эксперимента

#### **Тема 3. Модели теории оптимального управления**

Общая постановка задачи оптимизации. Моделирование задач линейной оптимизации. Моделирование задач нелинейной оптимизации. Транспортные задачи. Моделирование задач многокритериальной оптимизации. Моделирование задач дискретной оптимизации. Решение задач о назначении, задачи коммивояжера, о распределении ресурсов, о раскрое, о выборе оптимальной траектории

#### 7 семестр

#### **Тема 4. Теоретические основы имитационного моделирования. Программные системы имитационного моделирования**

Понятие имитационного моделирования. Этапы имитационного моделирования. Виды имитационного моделирования. Системы имитационного моделирования и обзор их возможностей (Arena, Ithink, GPSS и др.). Среда моделирования AnyLogic. Средства, ресурсы и библиотеки системы AnyLogic для моделирования. Обзор облачной платформы системы и примеры использования имитационных моделей.

#### **Тема 5. Компьютерная реализация имитационных моделей и их структура.**

Основные концепции дискретно-событийного моделирования. Компоненты реализаций концепций дискретно-событийной модели. Методология системной динамики. Модель мировой динамики. Основные концепции моделирования системной динамики. Агентный подход в моделировании. Основные концепции моделирования агентной модели. Возможности использования различных видов имитационного моделирования на примерах.

#### **Тема 6. Математические основы имитационного моделирования**

Метод Монте-Карло и основы формирования случайных потоков событий. Моделирование группы несовместных событий, дискретных и непрерывных случайных величин. Основы теории систем массового обслуживания. Элементы систем массового обслуживания и их классификация. Показатели эффективности работы. Понятие о статистическом моделировании систем массового обслуживания. Введение в агрегативные модели. Имитационное моделирование в рамках агрегативной математической схемы.

#### 8 семестр

#### **Тема 7. Исследование имитационной модели и принятие решений**



Комплексный подход к тестированию имитационной модели. Гомоморфизм и изоморфизм. Основные категории оценки. Оценка адекватности модели. Методы статистической теории оценивания и проверки гипотез. Верификация модели. Формальные и неформальные процедуры верификации. Валидация данных: оценка точности и устойчивости результатов моделирования, оценка чувствительности имитационной модели. Компьютерный эксперимент на имитационной модели и его планирование. Прямая и обратная задача имитационного моделирования в принятии решений.

#### **Тема 8. Математическое и имитационное моделирование сложных систем.**

Модели функционирования производства. Модели функционирования маршрутизатора сообщений. Модель обработки запросов сервером. Модель функционирования вычислительной системы. Модель формирования документооборота в информационной системе. Моделирование транспортных потоков и сетей.

### **3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии**

В процессе преподавания дисциплины используются традиционные технологии наряду с активными и интерактивными технологиями.

#### *Учебные технологии, используемые в образовательном процессе*

| Раздел   | Семестр | Используемые активные/интерактивные образовательные технологии               | Количество часов |
|--|---------|--|------------------|
| <i>6 семестр</i>   |         |  |                  |
| Основные понятия теории моделирования.<br>Математическое моделирование.      | 6       | Лекция-визуализация, презентация.  | 10               |
| Модели теории оптимального управления  | 6       | Практическая работа - case-study (анализ конкретных, практических ситуаций)  | 10               |
| Теоретические основы имитационного моделирования                             | 7       | Лекция-визуализация, презентация   | 8                |
| Компьютерная реализация имитационных моделей и их структура.                 | 7       | Практическая работа - case-study (анализ конкретных, практических ситуаций). | 10               |
| Исследование имитационной модели и принятие решений                          | 8       | Лекция-визуализация, презентация   | 8                |
| Математическое и имитационное моделирование социально-экономических объектов | 8       | Дискуссионные методы   | 8                |
| <b>Итого</b>   |         |  | <b>54ч</b>       |

*Лекция-визуализация* предполагает использование разных видов наглядного материала - натуральные, изобразительные, символические - каждый из которых или их сочетание выбирается в зависимости от содержания учебного материала.

*Дискуссионные методы* предполагает проведение групповых дискуссий, разбор ситуаций из практики

*Практическая работа - case-study* метод активного проблемно-ситуационного анализа, основанный на обучении путем решения конкретных задач – ситуаций (решение кейсов).

#### 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы<sup>2</sup> обучающихся по дисциплине

##### Содержание СРС

| №                 | Наименование раздела (темы) дисциплины  | Вид СРС   | Трудо-емкость (в часах) | Формы и методы контроля   |
|-------------------|---|---|-------------------------|---|
| <b>6 семестр</b>  |   |   |                         |   |
| 1                 | Основные понятия теории моделирования.<br>Математическое моделирование.                               | Подготовка к лабораторному занятию  | 2                       | Анализ теоретического материала, выполнение практических заданий.   |
| 2                 | Основы численного анализа и методы статистического моделирования                                      | Подготовка к лабораторному занятию  | 6                       | Анализ теоретического материала, выполнение практических заданий.   |
| 3                 | Модели теории оптимального управления   | Подготовка к лабораторному занятию<br><br>Выполнение самостоятельной работы | 8<br><br>22             | Анализ теоретического материала, выполнение практических заданий.<br><br>Отчет о выполнении самостоятельной работы. |
| Всего часов 6 сем |   |   | 38                      |   |
| <b>7 семестр</b>  |   |   |                         |   |
| 1                 | Теоретические основы имитационного моделирования.<br>Программные системы имитационного моделирования. | Подготовка к практическому занятию  | 3                       | Анализ теоретического материала, выполнение практических заданий.   |
| 2                 | Компьютерная реализация имитационных моделей и их структура.  | Подготовка к практическому занятию  | 3                       | Анализ теоретического материала, выполнение практических заданий.   |
| 3                 | Математические основы имитационного моделирования   | Подготовка к практическому занятию  | 3                       | Анализ теоретического материала,  |

<sup>2</sup>Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

|           |  |   |          |  |
|-----------|--|---|----------|--|
|           |  | Работа<br>Выполнение<br>самостоятельной<br>работы                   | 6        | выполнение<br>практических<br>заданий.<br>Отчет о выполнении<br>самостоятельной<br>работы.   |
|           | Всего часов 7 сем  |   | 15       |  |
| 8 семестр |  |   |          |  |
| 1         | Исследование имитационной модели и принятие решений        | Подготовка к лабораторному занятию<br>Тестирование                  | 23       | Анализ<br>теоретического<br>материала,<br>выполнение<br>практических<br>заданий<br>Ответы на вопросы   |
| 2         | Математическое и имитационное моделирование сложных систем | Подготовка к лабораторному занятию<br>Выполнение контрольной работы | 36<br>35 | Анализ<br>теоретического<br>материала,<br>выполнение<br>практических<br>заданий.<br>Отчет о выполнении<br>расчетно-<br>графической работы<br>по вариантам. |
| 3         | Экзамен  |   | 27       |  |
|           | Всего часов 8 сем  |   | 94+27    |  |

### Работа на лабораторном занятии

В период освоения дисциплины студенты самостоятельно изучают дополнительный теоретический материал к лабораторным занятиям. Критериями оценки работы на лабораторном занятии является: владение теоретическими положениями по теме, выполнение практических заданий, знание терминологии. Самостоятельная подготовка студентов включает проработку конспектов лекций, обязательной и дополнительной учебной литературы в соответствии с планом занятия; выполнение практических работ. Основной формой проверки СРС являются отчетные материалы студентов, устный опрос на лабораторном занятии.

Тематика лабораторных работ

6 семестр

Тема 1. Основы математического моделирования. Численное решение задач дифференциального и интегрального исчисления.

Тема 2. Основы математического моделирования. Исследование функций и возможности графического представления данных.

Тема 3. Методы статистического моделирования. Корреляционный анализ.

Тема 4. Методы статистического моделирования. Парный регрессионный анализ.

Тема 5. Методы статистического моделирования. Множественный регрессионный анализ.

Тема 6. Модели задач оптимального управления. Задачи линейной оптимизации.

Тема 7. Модели задач оптимального управления. Транспортные задачи.

Тема 8. Модели задач оптимального управления. Задачи нелинейной оптимизации

Тема 9. Многокритериальные задачи оптимизации.

Тема 10. Модели задач дискретной оптимизации

7 семестр

Тема 1. Моделирование случайных процессов методом Монте-Карло.

- Тема 2. Моделирование распределений случайных величин.
- Тема 3. Моделирование динамических систем
- Тема 4. Дискретно-событийная модель
- Тема 5. Настройка анимации в имитационной модели
- Тема 6. Стейтчарты и диаграммы процесса в имитационной модели
- Тема 7. Системно-динамическая модель
- Тема 8. Агентная модель
- Тема 9. Имитационная модель системы массового обслуживания (СМО)
- Тема 10. Имитационная модель многоканальной СМО
- Тема 11. Имитационная модель СМО с отказами
- Тема 12. Имитационная модель СМО с вытеснением и ожиданием

#### 8 семестр

- Тема 1. Моделирование работы заводского цеха
- Тема 2. Моделирование пешеходной динамики
- Тема 3. Моделирование транспортных перевозок
- Тема 4. Модель функционирования систем связи
- Тема 5. Модель обработки документов в организации
- Тема 6. Моделирование бизнес-процессов

#### **Критерии оценки:**

0 баллов - ставится, если студент не выполнил к практической (лабораторной) работе.

1 балл - студент показал поверхностные знания по большей части темы, допущены грубые ошибки при выполнении заданий или выполнено меньше половины задания.

2 балла - ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений обсуждаемой темы, но при выполнении заданий допущены неточности или задание выполнено на 80-90%, оформление работы выполнено недостаточно последовательно, допущены ошибки в оформлении материала.

3 балла - ставится, если студент полностью выполнил задание, но допустил единичные ошибки в изложении материала, знает материал, самостоятельно поправляет ошибки и погрешности после замечаний преподавателя.

#### **Самостоятельная работа**

#### **6 семестр**

Системы компьютерной математики

#### **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Введение в системы компьютерной математики. Историческая справка.
2. Теоретическая часть
  - 2.1. Инструменты пакета Поиск решения для моделирования задач теории оптимального управления в системе Excel
  - 2.2. Обзор встроенных функций для численного моделирования в системе MathCad
  - 2.3. Пакет моделирования динамических систем Simulink в программе MatLab
3. Практическая часть
  - 3.1. Пример моделирования задач в системе Excel
  - 3.2. Пример моделирования задач в системе MathCad
  - 3.3. Пример моделирования задач в системе MatLab
4. Заключение

#### **7 семестр**

#### **Тема**

Тема: Прикладные задачи математического и имитационного моделирования

#### **Варианты заданий**

1. Математические и имитационные модели обработки запросов аппаратно-программными устройствами
2. Математические и имитационные модели работы систем связи

3. Математические и имитационные модели транспортных перевозок
4. Математические и имитационные модели предоставления услуг
5. Математические и имитационные модели производства изделий
6. Математические и имитационные модели бизнес-процессов
7. Математические и имитационные модели функционирования предприятия
8. Математические и имитационные модели процессов управления персоналом
9. Математические и имитационные модели процессов документооборота в организации
10. Математические и имитационные модели в геоинформационных системах

#### СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение
2. Описание предметной области модели
3. Пример моделирования объектов и процессов предметной области
4. Заключение

#### Критерии оценки:

| № | Критерий  | 36         | 26 | 16 | 06 |
|---|---|------------|----|----|----|
| 1 | Актуальность:<br>конкретность и достижимость целей и задач;<br>соответствие разработки современным подходам к рассматриваемой проблеме;<br>соответствие целей и задач ожидаемым результатам;<br>четкость формулировки ожидаемых результатов   |            |    |    |    |
| 2 | Содержание теоретического материала:<br>соответствие содержания заявленной теме;<br>отсутствие в тексте отступлений от темы;<br>логичность и последовательность в изложении материала;<br>способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой  |            |    |    |    |
| 3 | Содержание практической части:<br>способность к анализу и обобщению информационного материала;<br>способность к проведению расчетов, согласно заданию;<br>использование компьютерных программ при выполнении задания;<br>анализ полученных расчетных характеристик, обоснованность выводов  |            |    |    |    |
| 4 | Оформление<br>правильность оформления (наличие всех структурных частей, структурная упорядоченность, ссылки на литературу, цитаты, таблицы, рисунки и т.д.);<br>соответствие оформления правилам компьютерного набора текста (соблюдение объема, шрифтов, интервалов, выравнивания текста на страницах, нумерация страниц и т.д.);<br>аккуратность оформления (отсутствие помарок, работа сброшюрована и т.д.); |            |    |    |    |
| 5 | Защита<br>владение материалом;<br>правильность ответов на заданные вопросы;<br>способность к изложению собственных мыслей.  |            |    |    |    |
|   | <b>ИТОГО</b>  | <b>156</b> |    |    |    |

Количество баллов:

наиболее полно соответствует данному показателю – 3 балла;

достаточно полно – 2 балла;

частично – 1 балл;

не соответствует – 0 баллов.

## 8 семестр

### Тема «Математическое и имитационное моделирование сложных систем»

#### Тематика заданий

Выполнить разработку модели имитирующей работу информационной системы (вычислительный центр, информационно-справочная система и т.п.). В систему поступают заявки (запросы) и требуют выполнения нескольких операций обработки. Обработка каждой заявки требует финансовых затрат и приносит прибыль. Требуется при выполнении задания решить следующие задачи:

1. Разработать модель, имитирующую работу ИС в течение одного часа.
2. Создать 3D анимацию моделируемого процесса.
3. Рассчитать основные показатели работы моделируемой системы и организовать их сохранение в файле MS EXCEL:
  - Среднее время пребывания заявок в системе
  - Среднее время пребывания заявок в очереди
  - Среднее время обслуживания заявок
4. Определить показатели экономической эффективности моделируемой системы.
5. Определить оптимальное количество ресурсов, чтобы длина очереди не превышала допустимое значение (оптимизационный эксперимент).
6. Настроить графический модели – панель запуска должна содержать информацию о названии модели и ее разработчике, элементы для установки начальных значений работы модели (при необходимости). Настроить навигацию по презентации модели (Logic, 3D, Statistica и др.)

#### Критерии оценки:

|   | Критерии  | 26         | 16 | 06 |
|---|---|------------|----|----|
| 1 | Владение базовыми знаниями в профессиональной области и в смежных областях  |            |    |    |
| 2 | Владение навыками решения исследовательских задач и технических проблем, нестандартных задач или задач повышенной сложности |            |    |    |
| 3 | Владение навыками использования современных пакетов компьютерных программ и технологий                                      |            |    |    |
| 4 | Владение навыками оформления отчетных материалов  |            |    |    |
| 5 | Правильность ответов на заданные вопросы  |            |    |    |
|   | <b>ИТОГО</b>  | <b>106</b> |    |    |

Соответствие критерию

полно – 2 балла;

частично – 1 балл;

не соответствует – 0 баллов.

#### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся размещены в СЭДО Moodle: <http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=14522>

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Математическое и имитационное моделирование» для студентов направлений подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика», 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» (очная форма обучения) Часть I, составитель Юданова В.В., Издательство ТИ (ф) СВФУ, 1,75 п.л., 2017 г.

#### Рейтинговый регламент по дисциплине:

#### 6 семестр

| №             | Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы) | Количество баллов (min) | Количество баллов (max) | Примечание  |
|---------------|---|-------------------------|-------------------------|---|
| 1             | Выполнение лаб. работы                                    | 16<br>ЛР*3б=48б         | 16<br>ЛР*5б=80б         | знание теории;<br>выполнение лабораторных заданий |
| 2             | Самостоятельная работа                                    | 12б                     | 20б                     | в письменном виде                                 |
| <b>Итого:</b> |   | <b>60б</b>              | <b>100б</b>             |   |

**7 семестр**

| №             | Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы) | Количество баллов (min) | Количество баллов (max) | Примечание  |
|---------------|---|-------------------------|-------------------------|---|
| 1             | Выполнение пр. работы                                     | 17<br>ЛР*3б=51б         | 17<br>ЛР*5б=85б         | знание теории;<br>выполнение лабораторных заданий |
| 2             | Самостоятельная работа                                    | 9б                      | 15б                     | В письменном виде по вариантам                    |
| <b>Итого:</b> |   | <b>60б</b>              | <b>100б</b>             |   |

**8 семестр**

| №             | Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы) | Количество баллов (min) | Количество баллов (max) | Примечание  |
|---------------|---|-------------------------|-------------------------|---|
| 1             | Выполнение лаб. работы                                    | 18<br>ЛР*2б=36б         | 18 ЛР*3б=54<br>б        | знание теории;<br>выполнение лабораторных заданий |
| 3             | Контрольная работа  | 5 б                     | 10 б                    | в письменном виде, по вариантам,                  |
| 3             | Экзамен   | 10 б                    | 30 б                    |   |
| <b>Итого:</b> |   | <b>45б+10б</b>          | <b>70б+30б</b>          |   |

**6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

**6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания  
Зачет**

| Коды оцениваемых компетенций  | Индикатора достижения компетенций   | Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)                                 | Уровн и освоения    | Критерии оценивания (дескрипторы)                              | Оценка         |
|---|---|--|---------------------|--|----------------|
| ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы | ОПК-1.1 - Знать основы дискретной математики, математического анализа, линейной | <b>Знать:</b> основы дискретной математики, математического анализа, | <i>Освоен<br/>о</i> | Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности | <i>Зачтено</i> |

|  |   |   |  |   |  |
|--|---|---|--|---|--|
| <p>математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</p> | <p>алгебры и геометрии, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации, численных методов, математического и имитационного моделирования, вычислительной техники для теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-1.2 - Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, об основах вычислительной техники, методов математического анализа, линейной алгебры и геометрии, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизаций, и численного, математического и имитационного моделирования</p> <p>1.3 - Владеет методами теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности наук</p> | <p>линейной алгебры и геометрии, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации, численных методов, математического и имитационного моделирования, вычислительной техники для теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</p> <p><b>Уметь:</b> решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, об основах вычислительной техники, методов математического анализа, линейной алгебры и геометрии, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизаций, и</p> |  | <p>(допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения нестандартных заданий с использованием инструментария современного программного обеспечения. Присутствие сформированной компетенции на высоком уровне, способность к ее дальнейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения в условиях своей профессиональной деятельности</p> |  |
|--|---|---|--|---|--|



|   |  |  |            |  |                      |
|---|--|--|------------|--|----------------------|
|   |  | численного, математического и имитационного моделирования<br><b>Владеть:</b> навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности наук   |            |  |                      |
| ОПК-2 - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | ОПК-2.1 - Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности<br>ОПК-2.2 - Умеет выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности<br>2.3 - Владеет методами применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности | <b>Знать:</b> современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности<br><b>Уметь:</b> выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности<br><b>Владеть:</b> навыками применения современных информационных технологий | Не освоены | Неспособность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения. Отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию инструментария программного обеспечения для решения задач в профессиональной деятельности и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу. | <i>Незначительно</i> |

|   |  |   |  |  |  |
|---|--|---|--|--|--|
|   |  | и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности   |  |  |  |
| ОПК-6 - Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования | ОПК-6.1 - Знать основы теории систем и системного анализа, численных методов, математического и имитационного моделирования<br>ОПК-6.2 - Умеет применять методы математического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем<br>6.3 - Владеет методами проведения инженерных расчетов основных показателей эффективности создания и применения информационных систем | <b>Знать:</b> основы теории систем и системного анализа, численных методов, математического и имитационного моделирования<br><b>Уметь:</b> применять методы математического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем<br><b>Владеть:</b> навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем |  |  |  |

Экзамен

| Коды оцениваемых компетенций   | Индикатора достижения компетенций   | Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)   | Уровни освоения | Критерии оценивания (дескрипторы)   | Оценка  |
|--|---|--|-----------------|---|---------|
| ОПК-1 - Способен применять естественно научные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности и | ОПК-1.1 - Знать основы дискретной математики, математического анализа, линейной алгебры и геометрии, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации, численных методов, математического и имитационного моделирования, вычислительной техники для теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности<br>ОПК-1.2 - Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и | <b>Знать:</b> основы дискретной математики, математического анализа, линейной алгебры и геометрии, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации, численных методов, математического и имитационного моделирования, вычислительной техники для теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности<br><b>Уметь:</b> решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, об основах вычислительной техники, методов математического анализа, линейной алгебры и геометрии, | Высокий         | Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения нестандартных заданий с использованием инструментария современного программного обеспечения. Присутствие сформированной компетенции на высоком уровне, способность к ее дальнейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения в условиях своей профессиональной деятельности | отлично |

|  |   |  |                |   |               |
|--|---|--|----------------|---|---------------|
|  | <p>общеинженерных знаний, об основах вычислительной техники, методов математического анализа, линейной алгебры и геометрии, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизаций, и численного, математического и имитационного моделирования</p> <p><b>Владеть:</b> навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности наук</p> | <p>дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизаций, и численного, математического и имитационного моделирования</p> <p><b>Владеть:</b> навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности наук</p> |                |   |               |
| <p>ОПК-2 - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и</p> | <p>ОПК-2.1 - Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного</p>   | <p><b>Знать:</b> современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач</p>   | <p>Базовый</p> | <p>Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые были разобраны на практических занятиях с преподавателем. Обучаемый владеет терминологией,</p> | <p>хорошо</p> |

|   |   |  |             |   |                   |
|---|---|--|-------------|---|-------------------|
| использовать их для решения задач профессиональной деятельности           | производства при решении задач профессиональной деятельности<br>ОПК-2.2 - Умеет выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности<br>ОПК-2.3 - Владеет навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности | профессиональной деятельности<br><b>Уметь:</b> выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности<br><b>Владеть:</b> навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности |             | знаниями, умениями и навыками в применении программного обеспечения в своей профессиональной деятельности.  |                   |
| ОПК-6 - Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические | ОПК-6.1 - Знать основы теории систем и системного анализа, численных методов, математического и   | <b>Знать:</b> основы теории систем и системного анализа, численных методов, математического и имитационного моделирования  | Минимальный | Обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению практических и теоретических заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, | удовлетворительно |

|   |   |  |            |  |                     |
|---|---|--|------------|--|---------------------|
| и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования | имитационного моделирования<br>ОПК-6.2 - Умеет применять методы математического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем<br>ОПК-6.3 - Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем | <b>Уметь:</b><br>применять методы математического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем<br><b>Владеть:</b><br>навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности и создания и применения информационных систем |            | по заданиям, решение которых было показано преподавателем. Имеются ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Обучаемый не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи.  |                     |
|   |   |  | Не освоены | Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения. Отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию инструментария программного обеспечения для решения задач в профессиональной деятельности и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу. | неудовлетворительно |

6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации  
Программа экзамена включает в себя 2 теоретических вопроса и 1 практическое задание, направленные на выявление уровня форсированности компетенции.

Перечень теоретических вопросов

#### 8 семестр

1. Моделирование, виды моделирования.
2. Понятие математического моделирования.
3. Виды математических моделей.
4. Этапы математического моделирования.

5. Метод Монте-Карло.
6. Основные типы распределений случайных величин.
7. Основы теории систем массового обслуживания (СМО).
8. Элементы СМО.
9. Классификация систем массового обслуживания.
10. Показатели эффективности работы СМО.
11. Задачи теории СМО
12. Понятие имитационного моделирования.
13. Этапы имитационного моделирования.
14. Виды имитационного моделирования.
15. Системы имитационного моделирования Ithink, Arena, GPSS.
16. Среда моделирования AnyLogic.
17. Средства, ресурсы и библиотеки системы AnyLogic для моделирования.
18. Основные концепции ДС моделирования.
19. Методология системной динамики.
20. Агентный подход в имитационном моделировании
21. Комплексный подход к тестированию имитационной модели.
22. Оценка адекватности модели.
23. Верификация модели.
24. Валидация данных. Оценка точности результатов моделирования.
25. Валидация данных. Оценка устойчивости результатов моделирования.
26. Валидация данных. Оценка чувствительности модели..
27. Компьютерный эксперимент на имитационной модели.
28. Тактическое планирование имитационного эксперимента.
29. Содержание вычислительного эксперимента на модели
30. Модели функционирования производства.
31. Модели функционирования маршрутизатора сообщений.
32. Модель обработки запросов сервером.
33. Модель функционирования вычислительной системы.
34. Модель формирования документооборота в информационной системе.
35. Моделирование транспортных потоков и сетей.

| Компетенции             | Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания  | Количество набранных баллов |
|-------------------------|---|-----------------------------|
| ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-6 | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. | 9-10 б.                     |
|                         | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.  | 7-8 б.                      |
|                         | Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано.   | 5-6 б.                      |
|                         | Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют  | 0 б.                        |

|                         |   |         |
|-------------------------|---|---------|
|                         | фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.<br><i>или</i><br>Ответ на вопрос полностью отсутствует<br><i>или</i><br>Отказ от ответа |         |
| ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-6 | Практическое задание выполнено верно, отсутствуют ошибки различных типов. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.  | 9-10 б. |
|                         | Практическое задание выполнено в полном объеме. Допущена незначительная ошибка.   | 7-8 б.  |
|                         | Допущены несколько незначительных ошибок различных типов.   | 5-6 б.  |
|                         | Допущены значительные ошибки. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.<br><i>или</i><br>Выполнение практического задания полностью неверно, отсутствует   | 0 б.    |

### 6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

| Характеристики процедуры                                    |  |
|---|--|
| Вид процедуры   | 6, 7 семестр – зачет, 8 семестр - экзамен  |
| Цель процедуры  | выявить степень сформированности компетенции УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6   |
| Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры  | Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 3.0, утверждено ректором СВФУ 19.02.2019 г.<br>Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.  |
| Субъекты, на которых направлена процедура                   | студенты 3 и 4 курса бакалавриата  |
| Период проведения процедуры                                 | летняя экзаменационная сессия на 3 курсе, зимняя и летняя экзаменационная сессия на 4 курсе  |
| Требования к помещениям и материально-техническим средствам | -  |
| Требования к банку оценочных средств                        | -  |
| Описание проведения процедуры                               | В соответствии с п. 5.12 Положения о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, зачет «ставится при наборе 60 баллов». Таким образом, процедура зачета не предусмотрена. Экзамен принимается в устной форме по билетам. Экзаменационный билет по дисциплине включает два теоретических вопроса и практическое задание. Время на |



|                              |   |
|------------------------------|---|
|                              | подготовку – 1 астрономический час.   |
| Шкалы оценивания результатов | Шкала оценивания результатов приведена в п.6.2. РПД.  |
| Результаты процедуры         | В результате сдачи всех заданий студенту необходимо набрать не менее 60 баллов, чтобы получить зачет.<br>В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 45 баллов, чтобы быть допущенным к экзамену. |

### 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины<sup>3</sup>

| №                                | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов  | Наличие грифа, вид грифа | НБ СВФУ, кафедральная библиотека и кол-во экземпляров | Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ) | Кол-во студентов |
|----------------------------------|--|--------------------------|---|--|------------------|
| <b>Основная литература</b>       |  |                          |   |  |                  |
| 1                                | Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. - Изд. 2-е., испр. - Москва: Физматлит, 2005. - 316 с. : ил. - Библиогр. : с. 313-316. - ISBN 5-9221-0120-X : 179.  |                          | 1   |  | 17               |
| 2                                | Математические методы и модели для магистрантов экономики: учеб. пособ. / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов. - СПб: Питер, 2006. - 496 с. : ил. - Библиогр. : с. 486-492. - Прил. : предмет. указ. - ISBN 5-469-00879-7 : 385,24.                                      |                          | 20  |  | 17               |
| <b>Дополнительная литература</b> |  |                          |   |  |                  |
| 1                                | Математическое моделирование в экономике: учеб. пособие для студ. вузов / Е. С. Кундышева; под науч. ред. Б. А. Сулакова. - Изд. 3-е, перераб. и испр. - Москва: Дашков и Д, 2007. - 350 с. - ISBN 5-91131-235-2 : 255,00.                                       |                          | 2   |  | 17               |
| 2                                | Моделирование информационных и динамических систем: учеб. пособие для студ. вузов / В. К. Морозов, Г. Н. Рогачев. - Москва: Академия, 2011. - 377 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр. : с. 368-370. - ISBN 978-5-7695-4221-3 : 574,20. |                          | 15  |  | 17               |

<sup>3</sup> Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе, с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

|   |  |    |  |    |
|---|--|----|--|----|
| <p>Элементы математических моделей в теории и практике случайных процессов: учеб. пособие для студ. вузов бакалавриата / С. В. Трофименко; М-во образования и науки РФ, ТИ(ф) фед. гос. автономного образов. учреждения высш. пролф. образования "СВФУ им. М. К. Аммосова" в. г. Нерюнгри. - Нерюнгри: Изд-во ТИ (ф)СВФУ, 2013. - 193 с. - Библиогр. : с. 190. - ISBN 978-5-91243-061-9 : 280,00.</p> |  | 25 |  | 17 |
|---|--|----|--|----|

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

1. Портал Math.ru: библиотека, медиатека, олимпиады, задачи, научные школы, история математики <http://www.math.ru>
2. Московский центр непрерывного математического образования <http://www.mccme.ru>
3. Прикладная математика: справочник математических формул, примеры и задачи с решениями <http://www.pm298.ru>

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Виды учебных занятий* | Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр. | Перечень оборудования  |
|-------|-----------------------|--|--|
| 1.    | Лабораторные занятия  | Компьютерные классы                                  | интерактивная доска, компьютеры 10 шт, мультимедийный проектор |
| 2.    | Подготовка к СРС      | Кабинет для СРС № 402                                | Компьютер, доступ к интернет                                   |

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

### 10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине<sup>4</sup>

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия), видео- и аудиоматериалов (через Интернет);
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СЭДО Moodle.

### 10.2. Перечень программного обеспечения

Свободно распространяемое ПО: [Open Office, AnylogicPersonalLearningEdition](https://www.anylogic.ru/downloads/) (<https://www.anylogic.ru/downloads/>)

### 10.3. Перечень информационных справочных систем

Не используются.

<sup>4</sup>В перечне могут быть указаны такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет), виртуальных лабораторий, практикумов), специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем, баз данных, организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, форумов, Интернет-групп, скайп, чаты, видеоконференцсвязь, компьютерное тестирование, дистанционные занятия (олимпиады, конференции), вебинар (семинар, организованный через Интернет), подготовка проектов с использованием электронного офиса или оболочки) и т.п.

