

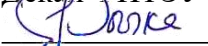
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

Кафедра «Системы управления»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФИТЭУ

 /И. А. Рычка/

«28» января 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Математическое и имитационное моделирование»**

направление подготовки (специальность)

09.03.04 Программная инженерия

(уровень подготовки – бакалавриат)

направленность (профиль)

«Разработка программно-информационных систем»

Петропавловск-Камчатский

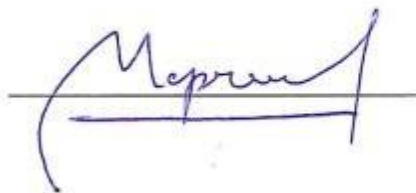
2026

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО направления подготовки 09.03.04 «Программная инженерия».

Составитель рабочей программы  
Преподаватель кафедры СУ, д.т.н., профессор  И.Г. Проценко

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Системы управления»  
«20» декабря 2025 г., протокол №5

«20» декабря 2025 г., протокол №5



Заведующий кафедрой  
«Системы управления»  
А.А. Марченко

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Математическое и имитационное моделирование» относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия», профиль «Разработка программно-информационных систем», предусмотренной Учебным планом ФГОУ ВПО «КамчатГТУ».

Целью преподавания дисциплины «Математическое и имитационное моделирование» является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по применению методов математического (имитационного) моделирования в экономике, управлении и бизнесе. В процессе изучения курса студенты знакомятся со средствами математического моделирования процессов функционирования экономических систем и систем управления, овладевают методами математического моделирования, типовыми этапами моделирования процессов, образующих «цепочку»: построение концептуальной модели и ее формализация – алгоритмизация модели и ее компьютерная реализация – численный эксперимент и интерпретация результатов моделирования; овладевают практическими навыками реализации моделирующих алгоритмов для исследования характеристик и поведения сложных экономических систем и систем управления.

Задачи изучения дисциплины «Математическое и имитационное моделирование»:

- подготовка студентов для практической и научной деятельности в области разработки математических (в т.ч. имитационных) моделей и проведения на них исследований;
- анализ экономических объектов и процессов с использованием математических моделей;
- формирование у студентов навыков, необходимых для выработки управленческих решений.

В результате изучения программы курса студенты должны:

**Знать:** теоретические основы моделирования как научного метода; основы теории и практики имитационного моделирования; основные классы моделей систем предметной области, технологию их реализации; принципы построения моделей процессов функционирования экономических систем, методы формализации и алгоритмизации, возможности реализации моделей с использованием программно-технических средств современных ЭВМ; о методах моделирования сложных социально-экономических систем и систем управления и возможностях программных средств моделирования.

**Уметь:** использовать методы математического моделирования при исследовании, проектировании и эксплуатации экономических систем и систем управления; выбирать методы моделирования систем, структурировать и анализировать цели и функции систем управления, проводить системный анализ прикладной области; применять количественные и качественные методы анализа при принятии управленческих решений.

**Иметь представление** о типовых разработанных математических моделях и области промышленного рыболовства, возможностях использования математических моделей в реальных задачах создания и внедрения информационных систем и **навыки** построения прикладных математических и имитационных моделей; использования результатов моделирования в практической деятельности в сфере рыболовства.

### **Требования к результатам освоения основных образовательных программ подготовки специалиста**

В результате изучения дисциплины у студента должны быть сформированы следующие общепрофессиональные компетенции:

- владение стандартами и моделями жизненного цикла (ПК-3);
- способность применять основные методы и инструменты разработки программного обеспечения (ПК-5).

Таблица - Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код компетенции | Планируемые результаты освоения образовательной программы                               | Планируемый результат обучения по дисциплине  | Код показателя освоения                         |
|-----------------|---|---|---|
| ПК-3            | Владеет стандартами и моделями жизненного цикла   | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы моделирования как научного метода;</li> <li>- основы теории и практики математического и имитационного моделирования;</li> <li>- основные классы моделей систем предметной области, технологию их реализации.</li> </ul>   | <p>З(ПК-3)1</p> <p>З(ПК-3)2</p> <p>З(ПК-3)3</p> |
|                 |   | <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать методы моделирования систем, структурировать и анализировать цели и функции систем управления, проводить системный анализ прикладной области.</li> </ul>   | У(ПК-3)1  |
|                 |   | <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования математических моделей в реальных задачах создания и внедрения информационных систем.</li> </ul>   | В(ПК-3)1  |
| ПК-5            | способность применять основные методы и инструменты разработки программного обеспечения | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы построения моделей процессов функционирования экономических систем, методы формализации и алгоритмизации, возможности реализации моделей с использованием программно-технических средств современных ЭВМ;</li> <li>– о методах моделирования сложных социально-экономических систем и систем управления и возможностях программных средств моделирования.</li> </ul> | <p>З(ПК-5)1</p> <p>З(ПК-5)2</p>                 |
|                 |   | <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать методы математического моделирования при исследовании, проектировании и эксплуатации экономических систем и систем управления;</li> <li>– применять количественные и качественные методы анализа при принятии управленческих решений.</li> </ul>   | <p>У(ПК-5)1</p> <p>У(ПК-5)2</p>                 |
|                 |   | <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования типовых разработанных математических моделей в области промышленного рыболовства;</li> <li>– навыками построения прикладных математических и имитационных моделей;</li> <li>– навыками использования результатов</li> </ul>  | <p>В(ПК-5)1</p> <p>В(ПК-5)2</p>                 |

| Код компетенции | Планируемые результаты освоения образовательной программы | Планируемый результат обучения по дисциплине                   | Код показателя освоения |
|-----------------|---|--|-------------------------|
|                 |   | моделирования в практической деятельности в сфере рыболовства. | <b>В(ПК-5)З</b>         |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Курс «Математическое и имитационное моделирование» в соответствии с основной образовательной программой относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений. Курс позволяет дать будущим бакалаврам теоретические знания в области математического моделирования и сформировать у них практические навыки использования программно-технических средств для разработки и применения математических моделей в области промышленного рыболовства и других областях.

### 2.1. *Связь с предшествующими и дисциплинами*

В соответствии с учебным планом по направлению 09.03.04 «Программная инженерия» дисциплина «Математическое и имитационное моделирование» базируется на дисциплинах «Математика (алгебра и геометрия, математический анализ)», «Теория вероятности и математическая статистика», «Основы алгоритмизации и языки программирования», «Информатика и программирование», «Информационные системы и технологии».

### 2.2. *Связь с последующими дисциплинами*

Материал, изученный студентами в курсе «Математическое и имитационное моделирование» частично используется при изучении дисциплин «Программная инженерия», «Разработка программных приложений», «Проектирование информационных систем», «Управление информационными системами».

Знания и умения, полученные в ходе изучения курса «Математическое и имитационное моделирование», могут быть использованы при подготовке студентами курсовых и дипломных работ и проектов.

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Тематический план дисциплины

| Наименование разделов и тем  | Всего часов | Аудиторные занятия | Контактная работа по видам учебных занятий |                         |                     | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля | Итоговый контроль знаний по дисциплине |
|--|-------------|--------------------|--|-------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|--|
|  |             |                    | Лекции                                     | Семинары (практические) | Лабораторные работы |                        |                         |  |
| Очная форма обучения   |             |                    |  |                         |                     |                        |                         |  |
| <b>Тема 1:</b> Математическое моделирование                            | 85          | <b>47</b>          | 13   | -                       | 34                  | 38                     | Опрос, ПЗ               |  |
| <b>Тема 2:</b> Основы имитационного моделирования                      | 119         | <b>62</b>          | 28   | -                       | 34                  | 57                     | Опрос, ПЗ               |  |
| <b>Тема 3:</b> Математические модели в системе мониторинга рыболовства | 48          | <b>10</b>          | 10   | -                       | -                   | 38                     | Опрос, ПЗ               |  |
| Экзамен, КР  | <b>72</b>   | -                  | -  | -                       | -                   | -                      | -                       | 72                                     |
| Всего  | <b>324</b>  | <b>119</b>         | <b>51</b>                                  |                         | <b>68</b>           | <b>133</b>             |                         | <b>72</b>                              |
| Зачная форма обучения  |             |                    |  |                         |                     |                        |                         |  |
| <b>Тема 1:</b> Математическое моделирование                            | 142         | <b>12</b>          | 4  | -                       | 8                   | 130                    | Опрос, ПЗ               |  |
| <b>Тема 2:</b> Основы имитационного моделирования                      | 144         | <b>14</b>          | 4  | -                       | 10                  | 130                    | Опрос, ПЗ               |  |
| <b>Тема 3:</b> Математические модели в системе мониторинга рыболовства | 29          | -                  | -  | -                       | -                   | 29                     | Опрос, ПЗ               |  |
| Экзамен, КР  | <b>9</b>    | -                  | -  | -                       | -                   | -                      | -                       | 9                                      |
| Всего  | <b>324</b>  | <b>26</b>          | <b>8</b>                                   |                         | <b>18</b>           | <b>289</b>             |                         | <b>9</b>                               |

\*ПЗ – практическое задание, РЗ – решение задач, КС – конкретная ситуация

#### 3.2. Описание содержания дисциплины

Продолжительность модуля 17 недель.

**Тема 1:** Математическое моделирование.

Лекция 1.1. Введение. Математические модели в рыбной отрасли

*Рассматриваемые вопросы:*

Предмет «математическое моделирование», теории управления пространстве состояний, анализ систем в пространстве состояний, оптимальное управление, критерии качества управления, идентификация параметров модели системы, оптимальное планирование. рыбное хозяйство - динамическая рыбопромысловая система: среда, объекты промысла – рыба и морепродукты, промысловый флот и береговая рыбопромышленная инфраструктура, параметры системы, понятие модели и математического моделирования, математический аппарат моделирования, задачи моделирования.

Лекция 1.2. Теоретические основы математического моделирования

*Рассматриваемые вопросы:*

Построение математических моделей, формализация, этапы моделирования: постановка задачи, выбор модели, исследование модели, перенос результатов исследований на оригинал, проверка полученного результата, классификация моделей, логические модели, материальные модели, аналоговые (непрерывные), цифровые (дискретные), аналого-цифровые (комбинирование или гибридные), стандартный алгоритм научного исследования, схема «эксперимент-модель-управление», контуры научного исследования, требования к моделям реальных процессов.

#### Лекция 1.3. Статистическая оценка параметров модели

*Рассматриваемые вопросы:*

Информационная рыбопромысловая система - стохастическая система с конечным числом состояний, уравнение динамики, наблюдения, коэффициенты модели, погрешности, эффективные оценщики, методы несмещенного оценивания и максимального правдоподобия, описание класса многомерных динамических моделей, шум модели, оценка параметров модели, критерий оценивания, метод оценивания на основе ограниченной информации.

#### Лекция 1.4. Алгоритмизация процессов расчета параметров модели

*Рассматриваемые вопросы:*

Задача оценки вектора коэффициентов модели, алгоритм фильтрации Калмана, вычисление оценки коэффициентов модели в реальном масштабе времени, оценка вектора коэффициентов модели, близость к байесовской оценке, усвоение данных в модели, матричное уравнение Винера-Хопфа, ковариационная матрица ошибки оценки, оптимальная оценка состояния, формулы рекуррентной процедуры оценки коэффициентов модели и ковариационной матрицы ошибок прогноза.

#### Лекция 1.5. Выбор и проверка адекватности модели

*Рассматриваемые вопросы:*

Выбор подходящего класса моделей, критерий выбора, цель выбора, проверка адекватности на заданном уровне значимости, метод максимума правдоподобия для выбора класса моделей, функция правдоподобия, метод предсказания для выбора класса моделей, проблема проверки адекватности, качество модели, белый гауссовский шум, проверка остатков, тест на наличие смещения от нулевого среднего, тест на наличие синусоидальных трендов.

#### Лекция 1.6. Линейная парная регрессия

*Рассматриваемые вопросы:*

Типы зависимостей между переменными, методы регрессионного анализа, методы корреляционного анализа; конъюнктный анализ, гипотезы взаимосвязи между функцией и аргументами, линейная и нелинейная регрессионные модели, метод наименьших квадратов, коэффициент корреляции, среднеквадратические отклонения (стандартные отклонения), дисперсии, угловой коэффициент регрессии, критерий надежности  $\mu$ ,

#### Лабораторная работа №1.1. Описательная статистика

*Задание:* После ознакомления с описательной статистикой в MS Excel выполнить индивидуальное задание (вариант с временным рядом) с использованием MS Excel.

Интерпретировать результаты решения.

#### Лабораторная работа №1.2. Нормализация временного ряда

*Задание:* Выполнить индивидуальное задание (вариант с временным рядом) по нормализации временного ряда с использованием MS Excel.

Лабораторная работа №1.3. Получение линейной модели ( $x_t = a_0 + a_1 * t$ ) с помощью МНК

*Задание:* Выполнить индивидуальное задание (вариант с временным рядом) по расчету коэффициентов и дисперсии шума линейной модели ( $x_t = a_0 + a_1 * t$ ) методом наименьших квадратов с использованием MS Excel.

Лабораторная работа №1.4. Получение модели авторегрессии 1-го порядка ( $x_t = a_0 + a_1 * x_{t-1}$ ) с помощью МНК

*Задание:* Выполнить индивидуальное задание (вариант с временным рядом) по расчету коэффициентов и дисперсии шума модели авторегрессии 1-го порядка ( $x_t = a_0 + a_1 * x_{t-1}$ ) методом наименьших квадратов с использованием MS Excel.

Лабораторная работа №1.5. Исследование временного ряда с помощью линейной модели ( $x_t = a_0 + a_1 * t$ )

*Задание:* Выполнить индивидуальное задание (вариант с временным рядом) по исследованию линейной модели ( $x_t = a_0 + a_1 * t$ ). Рассчитать коэффициенты и дисперсию шума модели методом наименьших квадратов с использованием MS Excel.

Лабораторная работа №1.6. Исследование временного ряда с помощью модели авторегрессии 1-го порядка ( $x_t = a_0 + a_1 * x_{t-1}$ )

*Задание:* Выполнить индивидуальное задание (вариант с временным рядом) по исследованию линейной модели ( $x_t = a_0 + a_1 * x_{t-1}$ ). Рассчитать коэффициенты и дисперсию шума модели методом наименьших квадратов с использованием MS Excel.

Лабораторная работа №1.7. Функция распределения нормализованного ряда

*Задание:* Выполнить индивидуальное задание (вариант с временным рядом) по построению функции распределения используя инструменты MS Excel.

Лабораторная работа №1.8. Анализ временного ряда с помощью построения авторегрессионной модели в программном инструменте AspMM

*Задание:* Выполнить индивидуальное задание (вариант с временным рядом) по обработке и моделированию временного ряда. Интерпретировать результаты обработки. Обобщить результаты и подготовить отчет по моделированию временных рядов.

СРС по теме 1

Подготовка к лекциям.

Изучение дополнительного теоретического материала.

Подготовка теоретического материала и данных для выполнения лабораторных работ.

**Тема 2:** Основы имитационного моделирования.

Лекция 2.1. Имитационное моделирование. Термины и определения *Рассматриваемые вопросы:*

Имитационное моделирование как научная дисциплина, место имитационного моделирования в математическом моделировании, имитационное моделирование (ИМ), имитационная модель, управления сложными бизнес-процессами, проведение экспериментов с дискретно-непрерывными моделями, типовые задачи, решаемые средствами имитационного моделирования (ИМ), свойства система имитационного моделирования, преимущества и недостатки имитационного моделирования, компьютерная имитация как численный метод решения сложных задач, основные принципы ИМ, структура ИМ, функциональные зависимости, ограничения, целевая функция (функция критерия)

Лекция 2.2. Технология имитационного моделирования

*Рассматриваемые вопросы:*

Представления времени: реальное, модельное (системное) и машинное, модельное времени и задачи, последовательная обработка событий, принцип постоянного шага, алгоритм моделирования по принципу постоянного шага, моделирование по особым состояниям, этапы имитационного моделирования: структурный анализ процессов, формализованное описание модели, построение модели, оптимизация параметров реального процесса.

Лекция 2.3. Метод Монте-Карло и имитационное моделирование

*Рассматриваемые вопросы:*

Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло), история создания, генератор случайных чисел (СЧ), интегральная функция распределения вероятности, свойства равномерно распределенных случайных чисел, функция кумулятивного распределения, построение стохастических имитационных моделей, физическое, табличное и программное генерирование СЧ, конгруэнтные методы: мультипликативный, смешанный и аддитивный.

Лекция 2.4. Планирование имитационных экспериментов

*Рассматриваемые вопросы:*

Эксперимент: пассивный, активный, теория планирования экспериментов, планирование эксперимента, основные проблемы: исследование систем, оптимизация систем, факторное пространство, функция (реакция, поверхность) отклика, требования к факторам: измеримость и управляемость, независимость, совместимость, границы областей определения факторов, стратегическое планирование эксперимента, тактическое планирование, полный факторный эксперимент (план), свойства плана: симметричность, нормированность, ортогональность, рототабельность, дробный факторный эксперимент.

Лекция 2.5. Обобщение и статистическая оценка результатов имитационного моделирования

*Рассматриваемые вопросы:*

Оценка качества имитационной модели, факторы, влияющие на достоверность результатов, целевые свойства: адекватность, стойкость, чувствительность, оценка адекватности модели, оценка стойкости модели, критерий Уилкоксона, оценка чувствительности модели, калибровка модели, методика применения планирования эксперимента, определение необходимого количества параллельных опытов, проверка однородности дисперсий, критерий Стьюдента, проверка адекватности функции отклика, гипотеза адекватности.

Продолжительность модуля 17 недель.

Лекция 2.6. Имитационное моделирование и системы массового обслуживания

*Рассматриваемые вопросы:*

Системы массового обслуживания (СМО), элементы СМО: блок обслуживания, поток заявок на обслуживание, очередь в ожидании обслуживания, дисциплины диспетчеризации: беспriorитетные и приоритетные, системы поддержки принятия решений, особенности ИМ при решении задач СМО.

Лекция 2.7. Компьютерное моделирование при реализации имитационных моделей

*Рассматриваемые вопросы:*

Компьютерное моделирование как новый метод научных исследований, использовании новейших вычислительных машин, вычислительный эксперимент, оптимизация параметров и режима работы, уточнение модели, явные функциональные зависимости, линейные и нелинейные уравнения, системы дифференциальных и интегральных уравнений, алгоритмизация функционирования объектов исследований, программная реализация алгоритмических описаний, организация, планирование и выполнение на ЭВМ вычислительных экспериментов с математическими моделями.

Лабораторная работа №2.1. Определение оптимальной ставки налогообложения прибыли. Однофакторный эксперимент

*Задание:* Методом имитационного моделирования найти оптимальную ставку налогообложения прибыли используя программу MatLab (Simulink) на основе однофакторного имитационного эксперимента.

Лабораторная работа №2.2. Определение оптимальной ставки налогообложения прибыли. Двухфакторный эксперимент

*Задание:* Методом имитационного моделирования найти оптимальную ставку налогообложения прибыли используя программу MatLab (Simulink) на основе двухфакторного имитационного эксперимента.

Лабораторная работа №2.3. Равновесие на конкурентном рынке: изучение переходного процесса к рыночному равновесию

*Задание:* Исследовать на компьютерной модели гипотезы влияния спроса и предложения на динамику цен рыночного равновесия используя программное обеспечение MatLab (Simulink).

Лабораторная работа №2.4. Равновесие на конкурентном рынке: изучение влияния смещения линий спроса и предложения на рыночное равновесие

*Задание:* Изучить влияния смещения линии спроса и предложения на рыночное равновесие.

Лабораторная работа №2.5. Равновесие на конкурентном рынке: изучение влияния крутизны линий спроса и предложения на рыночное равновесие

*Задание:* Изучить влияния смещения крутизны линии спроса и предложения на рыночное равновесие.

Лабораторная работа №2.6. Циклы и кризисы: исследование влияния производственного лага на устойчивость экономики

*Задание:* Методом имитационного моделирования исследовать механизм возникновения циклов и кризисов перепроизводства.

Лабораторная работа №2.7. Циклы и кризисы: исследование срока службы изделий на динамику производства

*Задание:* Методом имитационного моделирования исследовать срок службы изделий на динамику производства.

Лабораторная работа №2.8. Циклы и кризисы: исследование начального дефицита на устойчивость производства

*Задание:* Методом имитационного моделирования исследовать начального дефицита на устойчивость производства. Обобщить результаты и подготовить отчет по имитационному моделированию.

СРС по теме 2

Подготовка к лекциям.

Изучение дополнительного теоретического материала.

Подготовка теоретического материала и данных для выполнения лабораторных работ.

**Тема 3:** Математические модели в системе мониторинга рыболовства.

Лекция 3.1. Назначение и основные задачи ОСМ

*Рассматриваемые вопросы:*

Предпосылки создания ОСМ, назначение и основные задачи, информационные потоки, нормативно-правовое обеспечение, Камчатский центр связи и мониторинга, организация информационных потоков, промысловая отчетность, ССД, спутниковые позиции, информационные узлы системы мониторинга рыболовства, пользовательские программные средства ОСМ.

Лекция 3.2. Схема мониторинга в ОСМ

*Рассматриваемые вопросы:*

Технологическая схема мониторинга, навигационная спутниковая система GPS, спутниковая система позиционирования Аргос, спутниковая система связи Инмарсат, Технология контроля качества данных, методы и программные средства контроля, топологические задачи контроля качества данных, контроль качества промысловой отчетности и спутникового позиционирования.

Лекция 3.3. Оптимизация обработки входной информации ОСМ

*Рассматриваемые вопросы:*

Задачи, решаемые средствами ОСМ, требования к программно-техническим средствам, модель передачи данных между программными процессами и информационными узлами, схема потока данных и процессов их обработки в ОСМ, источники данных, входные информационные потоки в ОСМ, операционные характеристики системы обработки входного информационного потока, производительность.

Лекция 3.4. Обоснование выбора модели обработки данных

*Рассматриваемые вопросы:*

Модель распределенной системы обработки входных данных ОСМ, сравнение альтернативных классов моделей, нахождение наилучших моделей в классе, проверка адекватности, задачи, решаемые на основе модели, организация обработки информации, использованием инструмента имитационного моделирования Simulink MatLab.

### Лекция 3.5. Динамико-стохастические модели ОСМ

*Рассматриваемые вопросы:*

Построение динамико-стохастических моделей среды, моделирование динамики популяций объектов промысла, биостатистические и аналитические модели Баранова, моделирование промысловой деятельности судов, модель траектории движения судна, модель суточной добычи, моделирование изменения запасов на борту.

СРС по теме 3

Подготовка к лекциям.

Изучение дополнительного теоретического материала.

### **3.3. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся**

В целом внеаудиторная самостоятельная работа обучающегося при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к лабораторным работам;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- выполнение домашних заданий в форме творческих (проблемно-поисковых, групповых) заданий, кейс-стади, докладов;
- подготовка презентаций для иллюстрации докладов;
- выполнение тестовых заданий;
- подготовка к тестированию;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы обучающихся приходится на подготовку к лабораторным работам и тестированию, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к тестированию и лабораторным работам предполагает умение работать с первичной информацией.

Для проведения практических занятий, для самостоятельной работы используется учебно-методические пособия:

Проценко И.Г. Математическое и имитационное моделирование. Конспект лекций. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – 78 с

Проценко И.Г. Математическое и имитационное моделирование. Лабораторный практикум. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – 58 с

## **4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Математическое и имитационное моделирование» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамен):

1. Теория управления и анализ систем пространстве состояний.

2. Рыбное хозяйство как динамическая рыбопромысловая система.
3. Понятие модели, многоуровневые модели информационных систем.
4. Модели и языки моделирования.
5. Построение математических моделей, формализация.
6. Характеристика основных этапов технологии моделирования.
7. Методология разработки концептуальной модели.
8. Классификация математических моделей.
9. Требования к моделям реальных процессов.
10. Марковские процессы.
11. Статистическая оценка параметров модели.
12. Алгоритмизация процессов расчета параметров модели.
13. Задача оценки вектора коэффициентов модели.
14. Алгоритм фильтрации Калмана.
15. Усвоение данных в модели.
16. Формулы рекуррентной процедуры оценки параметров модели.
17. Выбор подходящего класса моделей, цель и критерий выбора.
18. Проверка адекватности модели, тесты.
19. Линейная парная регрессия.
20. Технологии разработки информационных систем, основанные на использовании моделей.
21. Задачи математического моделирования в экономике.
22. Понятие метода имитационного моделирования.
23. Подходы к разработке имитационных моделей и классификация систем имитационного моделирования.
24. Типовые задачи имитационного моделирования.
25. Основные этапы процесса имитации.
26. Возможные схемы экспериментирования с использованием имитационной модели.
27. Приведите примеры задач имитационного моделирования.
28. Модельное время, два основных способа задания модельного времени.
29. Метод Монте-Карло.
30. Алгоритм моделирования простого события.
31. Алгоритм моделирования дискретной случайной величины.
32. Необходимое число реализаций имитационного эксперимента для обеспечения точности статистических характеристик.
33. Принципы построения моделирующих алгоритмов.
34. Структура модели СМО и классификация моделей СМО.
35. Потоки событий.
36. Структура СМО и содержание ее элементов.
37. Показатели эффективности СМО с отказами.
38. Организация информационных потоков ОСМ.
39. Технологическая схема мониторинга рыболовства
40. Технология контроля качества данных, методы и программные средства контроля.
41. Топологические задачи контроля качества данных
42. Контроль качества промысловой отчетности и спутникового позиционирования.
43. Операционные характеристики системы обработки входного информационного потока, производительность.
44. Модель распределенной системы обработки входных данных ОСМ.
45. Построение динамико-стохастических моделей среды.
46. Моделирование динамики популяций объектов промысла.
47. Модели траектории движения судна, суточной добычи, изменения запасов на борту.

## 5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 5.1. Основная литература

1. Емельянов А.А. Имитационное моделирование экономических процессов: Учеб. Пособие. / А.А. Емельянов – Ч.: Финансы и статистика. 2002г. 368 107
2. Бешенков С.А. Моделирование и формализация: методическое пособие / С.А. Бешенков – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002

### 5.2. Дополнительная литература

1. Кошкарева Л.А. Мониторинг рыболовства-2005: инструкции и рекомендации экипажам промысловых судов и судовладельцам / Л.А. Кошкарева, Ф.А. Образцов, И.Г. Проценко [и др.]; под общ. ред. д.т.н. И.Г. Проценко. – Петропавловск-Камчатский: Новая книга, 2005
2. Гринберг А.С. Информационные технологии моделирования процессов управления экономикой: учебное пособие / А.С. Гринберг – Юнити-Дана, 2003
3. Угринович Н.Д. Исследование информационных моделей. Элективный курс: учебное пособие / Н.Д. Угринович – М.: БИНОМ, 2004.
4. Суворова Н.И. Информационное моделирование. Величины, объекты, алгоритмы / Н.И. Суворова – М.: Лаб. базовых знаний, 2002.

### 5.3. Методические указания

1. Математическое и имитационное моделирование: конспект лекций / Проценко И.Г. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – 78 с
2. Математическое и имитационное моделирование: лабораторный практикум / Проценко И.Г. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – 58 с

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Мониторинг камчатского краба / И.В. Красников, И.Г. Проценко, В.Ю. Резников – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2005. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.morkniga.ru/p832640.html>
2. Построение динамических стохастических моделей по экспериментальным данным / Кашьяп Р.Л., Рао А.Р. - Пер. с англ.,- М.: Наука, 1983. [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://scask.ru/i\\_book\\_dyn.php](http://scask.ru/i_book_dyn.php)
3. Российское образование. Федеральный портал: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.edu.ru>
4. Судовая автоматическая идентификационная система / А.Н. Маринич, И.Г. Проценко, В.Ю. Резников [и др.] ; под общ. ред. д.т.н., проф. Ю.М. Устинова. – СПб: Судостроение, 2003. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.morkniga.ru/p238.html>
5. Фильтр Калмана-Бьюси / Браммер К., Зиффлинг Г. - М.: Наука, 1982. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/21556/>
6. Фильтрация и стохастическое управление в динамических системах/Под ред.Леондеса К.Т. М.: Мир, 1980, 407с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.livelib.ru/book/1001199459>
7. Электронная библиотека диссертаций РГБ: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.diss.rsl.ru>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение лабораторных работ, прохождения тестов по каждой из тем, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины.

Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (экзамен).

**Лекции** посвящаются рассмотрению наиболее важных концептуальных вопросов: основным понятиям; теоретическим основам математического и имитационного моделирования. В ходе лекций обучающимся следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.

На лекциях преподаватель знакомит слушателей с основными понятиями и положениями по текущей теме. На лекциях слушатель получает только основной объём информации по теме. Только посещение лекций является недостаточным для подготовки к лабораторным занятиям и экзамену. Требуется также самостоятельная работа по изучению основной и дополнительной литературы и закрепление полученных на лабораторных занятиях навыков.

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения:

– проблемная лекция, предполагающая изложение материала через неоднозначность трактовки материалов к вопросам, задачам или ситуациям. При этом процесс познания происходит в научном поиске, диалоге и сотрудничестве с преподавателем в процессе анализа и сравнения точек зрения;

– лекция-визуализация - подача материала осуществляется средствами технических средств обучения с кратким комментированием демонстрируемых визуальных материалов (презентаций).

Конкретные методики, модели, методы и инструменты математического и имитационного моделирования рассматриваются преимущественно при подготовке и выполнении лабораторных работ.

Целью выполнения **лабораторных работ** является закрепление знаний обучающихся, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Практические задания по темам выполняются на лабораторных занятиях в компьютерном классе. Если лабораторные занятия пропущены (по уважительной или неуважительной причине), то соответствующие задания необходимо выполнить самостоятельно и представить результаты преподавателю на очередном занятии. Самостоятельная работа студентов – способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний, умений и навыков без непосредственного участия преподавателя в этом процессе. Качество получаемых студентом знаний напрямую зависит от качества и количества необходимого доступного материала, а также от желания (мотивации) студента их получить. При обучении осуществляется целенаправленный процесс взаимодействия студента и преподавателя для формирования знаний, умений и навыков.

Для студентов заочной формы обучения в аудитории:

- читаются лекции №1.1, №1.2 (сокращенный вариант), №2.1, остальные лекции изучаются в процессе самостоятельной работы студента (СРС);

- под руководством преподавателя выполняются лабораторные работы №1.1, №1.4, №2.1, №2.2, а остальные лабораторные работы выполняются в процессе СРС.

## 7. КУРСОВАЯ РАБОТА

Цель курсовой работы – закрепление навыков по математическому и имитационному моделированию, приобретение практических по созданию модели, её реализации в цифровом (компьютерном) виде и проведению численных экспериментов. Тематика курсовой работы определяется студентом с учетом теоретического материала, приобретенного при изучении

дисциплин: «Математический анализ», «Математическая логика и теория алгоритмов», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теоретическая информатика», «Информатика и программирование» и других дисциплин; должна быть связана с построением математических моделей в области природных систем, динамики популяций, экономики и организации производства.

### 7.1. Примерная тематика курсовых проектов

- Разработка имитационной модели организации и регулирования рыбного промысла горбуши в Камчатско-Курильской подзоне (объект промысла и район выбирает студент).
- Разработка авторегрессионной модели динамики популяции камчатского медведя в Камчатском крае (объект – вид животного или птицы выбирает студент).
- Статистический анализ и разработка авторегрессионной модели динамики населения Камчатского края (города или района края в зависимости от выбора, который делает студент).
- Численные эксперименты на основе математической модели прогноза параметров криптовалюты (биткоин) (вид криптовалюты и состав параметров выбирает студент).

### 7.2. Критерии оценивания курсовых работ

Таблица 7.2

| Критерии оценки курсовой работы  | Максимальное количество баллов |
|--|--------------------------------|
| Обоснование актуальности темы курсовой работы  | 5                              |
| Степень полноты описания предметной области и существующих ограничений   | 5                              |
| Определение необходимости использования ММ и обоснование выбора метода моделирования   | 10                             |
| Построение модели  | 20                             |
| Выбор ПО, программная реализация   | 20                             |
| Численные эксперименты   | 10                             |
| Анализ результатов и выводы  | 5                              |
| Представление работы в срок  | 5                              |
| Описание ММ, оформление курсовой работы, графической части, библиографии, приложения согласно ГОСТам и международным стандартам, IDEF, DFD | 10                             |
| Защита курсовой работы   | 10                             |
| <b>Итого</b>   | <b>100</b>                     |

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используются следующие информационные технологии:

- использование слайд-презентаций;
- изучение нормативных документов на официальном сайте федерального органа исполнительной власти, проработка документов;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

## **8.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса**

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- текстовый редактор Microsoft Word;
- пакет Microsoft Office;
- электронные таблицы Microsoft Excel;
- пакет MatLab (Simulink);
- презентационный редактор Microsoft Power Point.

Кроме этого используется программное обеспечение AspMM и программные средства, необходимые для выполнения лабораторных работ, указанных в аннотации к работам (см. *Проценко И.Г.* Математическое и имитационное моделирование. Лабораторный практикум. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – 58 с)

## **8.3. Перечень информационно-справочных систем**

При освоении дисциплины используются следующие информационно-справочные системы:

- справочно-правовая система Консультант-плюс <http://www.consultant.ru/online>
- справочно-правовая система Гарант <http://www.garant.ru/online>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционный материал изучается в специализированной аудитории, оснащенной проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.

Лабораторные работы выполняются в специализированной лаборатории, оснащенной современными персональными компьютерами и программным обеспечением в соответствии с тематикой «Математическое и имитационное моделирование».

Число рабочих мест в классах должно обеспечить индивидуальную работу студента на отдельном персональном компьютере.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются:

- для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации учебная аудитория № 7-520 с комплектом учебной мебели на 25 посадочных мест;
- для лабораторных работ - лабораторная аудитория № 7-402, оборудованная 10 рабочими станциями с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации и комплектом учебной мебели на 15 посадочных мест;
- доска аудиторная;
- мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор);
- презентации в Power Point по темам курса «Математическое и имитационное моделирование»;
- программное обеспечение AspMM, установленнjтя на всех рабочих станциях.