

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Мочалин Константин Сергеевич  
 Должность: И.о. ректора  
 Дата подписания: 02.07.2026 14:25:15  
 Уникальный программный ключ:  
 b7695d6b97247fced4385685adb0d9f8e6f2cdf

# ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

## Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет водного транспорта"

Б1.О.17

### Моделирование систем

### рабочая программа дисциплины (модуля)

|                           |                                                                                                                                                                        |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Закреплена за кафедрой    | <b>Информационных систем</b>                                                                                                                                           |
| Образовательная программа | 09.03.02 Направление подготовки "Информационные системы и технологии"<br>Профиль "Проектирование информационных систем и их компонентов"<br>год начала подготовки 2024 |
| Квалификация              | <b>бакалавр</b>                                                                                                                                                        |
| Форма обучения            | <b>очная</b>                                                                                                                                                           |
| Общая трудоемкость        | <b>9 ЗЕТ</b>                                                                                                                                                           |
| Часов по учебному плану   | 324                                                                                                                                                                    |
| в том числе:              |                                                                                                                                                                        |
| аудиторные занятия        | 112                                                                                                                                                                    |
| самостоятельная работа    | 160                                                                                                                                                                    |
| часов на контроль         | 36                                                                                                                                                                     |
| Виды контроля на курсах:  |                                                                                                                                                                        |
| экзамен 7                 |                                                                                                                                                                        |
| курсовая работа 7         |                                                                                                                                                                        |
| зачет 6                   |                                                                                                                                                                        |

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр<br>на курсе>) | 6 (3.2) |     | 7 (4.1) |     | Итого |     |
|-------------------------------------------|---------|-----|---------|-----|-------|-----|
| Неделя                                    | 15 3/6  |     | 14 3/6  |     |       |     |
| Вид занятий                               | уп      | ип  | уп      | ип  | уп    | ип  |
| Лекции                                    | 14      | 14  | 28      | 28  | 42    | 42  |
| Лабораторные                              | 28      | 28  | 42      | 42  | 70    | 70  |
| Иная контактная<br>работа                 | 6       | 6   | 10      | 10  | 16    | 16  |
| Итого ауд.                                | 42      | 42  | 70      | 70  | 112   | 112 |
| Контактная работа                         | 48      | 48  | 80      | 80  | 128   | 128 |
| Сам. работа                               | 60      | 60  | 100     | 100 | 160   | 160 |
| Часы на контроль                          |         |     | 36      | 36  | 36    | 36  |
| Итого                                     | 108     | 108 | 216     | 216 | 324   | 324 |

Рабочая программа дисциплины

**разработана в соответствии с ФГОС:**

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 926)

**составлена на основании учебного плана образовательной программы:**

09.03.02 Направление подготовки "Информационные системы и технологии"  
Профиль "Проектирование информационных систем и их компонентов"  
год начала подготовки 2024

**Рабочую программу составил(и):**

*ст.преподаватель, Катковская К.В.*

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Заведующий кафедрой Моторин Сергей Викторович

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Целью дисциплины является формирование у студента базовых знаний по дисциплинам направления «Информационные системы и технологии», навыков анализа аналоговых и дискретных сигналов и систем и разработки их математических моделей, а также выработка устойчивых навыков работы с языками моделирования систем. |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

| Цикл (раздел) ООП: |                                                                                                              | Б1.О |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>2.1</b>         | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                 |      |
| 2.1.1              | Основы имитационного моделирования                                                                           |      |
| 2.1.2              | Теория информационных процессов и систем                                                                     |      |
| 2.1.3              | Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)                |      |
| 2.1.4              | Прикладные математические методы                                                                             |      |
| 2.1.5              | Учебная практика                                                                                             |      |
| 2.1.6              | Инженерная компьютерная графика                                                                              |      |
| 2.1.7              | Информационные технологии                                                                                    |      |
| 2.1.8              | Математика                                                                                                   |      |
| 2.1.9              | Ознакомительная практика                                                                                     |      |
| 2.1.10             | Учебная практика                                                                                             |      |
| 2.1.11             | Ситуационное моделирование информационных систем                                                             |      |
| 2.1.12             | Инструментальные средства информационных систем                                                              |      |
| 2.1.13             | Основы имитационного моделирования                                                                           |      |
| 2.1.14             | Ситуационное моделирование информационных систем                                                             |      |
| 2.1.15             | Web-технологии и стандарты                                                                                   |      |
| 2.1.16             | Архитектура ЭВМ                                                                                              |      |
| 2.1.17             | Инфокоммуникационные системы и сети                                                                          |      |
| 2.1.18             | Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)                |      |
| 2.1.19             | Управление данными                                                                                           |      |
| 2.1.20             | Технологии программирования                                                                                  |      |
| 2.1.21             | Математика                                                                                                   |      |
| 2.1.22             | Алгоритмы и структуры данных                                                                                 |      |
| 2.1.23             | Инструментальные средства информационных систем                                                              |      |
| 2.1.24             | Основы имитационного моделирования                                                                           |      |
| 2.1.25             | Ситуационное моделирование информационных систем                                                             |      |
| 2.1.26             | Web-технологии и стандарты                                                                                   |      |
| 2.1.27             | Архитектура ЭВМ                                                                                              |      |
| 2.1.28             | Инфокоммуникационные системы и сети                                                                          |      |
| 2.1.29             | Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)                |      |
| 2.1.30             | Управление данными                                                                                           |      |
| 2.1.31             | Технологии программирования                                                                                  |      |
| 2.1.32             | Математика                                                                                                   |      |
| 2.1.33             | Алгоритмы и структуры данных                                                                                 |      |
| <b>2.2</b>         | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |      |
| 2.2.1              | Большие данные                                                                                               |      |
| 2.2.2              | Надежность информационных систем                                                                             |      |
| 2.2.3              | Научно-исследовательская работа                                                                              |      |
| 2.2.4              | Экономика                                                                                                    |      |
| 2.2.5              | Большие данные                                                                                               |      |
| 2.2.6              | Надежность информационных систем                                                                             |      |
| 2.2.7              | Научно-исследовательская работа                                                                              |      |
| 2.2.8              | Экономика                                                                                                    |      |

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-2: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности;**

ОПК-2.1: Использует современные информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности

ОПК-2.2: Использует программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности

ОПК-2.3: Использует методы моделирования (математического, графического, компьютерного) при решении задач профессиональной деятельности

**ОПК-8: Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем.**

ОПК-8.1: Использует математические модели, методы информационных и автоматизированных систем

ОПК-8.2: Использует средства проектирования информационных и автоматизированных систем

**ПК-1: Способен к выполнению работ и управлению работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы**

ПК-1.5: Разрабатывает прототипы ИС

ПК-1.6: Проектирует и создает дизайн ИС

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

|            |                                                                                                                                         |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                           |
| 3.1.1      | Принципы построения математических моделей систем и основные типовые схемы.                                                             |
| 3.1.2      | Основные методы моделирования систем, способы разработки и представления имитационных моделей систем.                                   |
| 3.1.3      | Методы анализа процессов преобразования дискретных и аналоговых сигналов в линейных системах.                                           |
| 3.1.4      | Основные характеристики математических моделей.                                                                                         |
| 3.1.5      | О методах математического описания различных типов сигналов и систем.                                                                   |
| 3.1.6      | О математических моделях процессов модуляции, дискретизации, квантования и восстановления сигналов.                                     |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                           |
| 3.2.1      | Разрабатывать и исследовать математические модели процессов, данных, сигналов и систем с помощью прикладного программного обеспечения.  |
| 3.2.2      | Проводить обоснованный выбор типовых моделей, средств и методов моделирования различных систем и оценку их адекватности.                |
| 3.2.3      | Применять методы и свойства преобразования Фурье, Лапласа и Z-преобразования к анализу аналоговых и дискретных сигналов и систем.       |
| 3.2.4      | Использовать различные методы решения задачи синтеза систем (фильтров) с заданными характеристиками.                                    |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                         |
| 3.3.1      | Методами анализа систем с использованием дифференциальных и разностных уравнений, операций свертки, а также аппарата системных функций. |
| 3.3.2      | Прикладным программным обеспечением для моделирования и исследования систем на компьютере.                                              |
| 3.3.3      | Методами планирования машинных экспериментов, обработки и интерпретации их результатов.                                                 |

|       |                                                                                                                                         |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.3.4 | Основными методами описания аналого-вых и дискретных сигналов и систем во временной и спектральной областях.                            |
| 3.3.5 | Методами анализа устойчивости аналого-вых и дискретных систем.                                                                          |
| 3.3.6 | Методами анализа систем с использованием дифференциальных и разностных уравнений, операций свертки, а также аппарата системных функций. |

#### 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Вид занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                         | Семестр / Курс | Часов | Литература           | ПрПо дгот |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|----------------------|-----------|
| Раздел      | <b>Раздел 1. Математические модели сигналов и систем</b>                          |                |       |                      |           |
| Лек         | Математические модели сигналов и линейных систем /Лек/                            | 6              | 3     | Л1.1Л2.1Л3.2         | 0         |
| Лаб         | Математические модели сигналов и линейных систем /Лаб/                            | 6              | 4     | Л1.1Л2.1Л3.2         | 0         |
| Ср          | Математические модели сигналов и линейных систем /Ср/                             | 6              | 20    | Л1.1Л2.1Л3.2         | 0         |
| Лек         | Представления сигналов во временной и спектральной областях /Лек/                 | 6              | 3     | Л1.1Л2.1Л3.2         | 0         |
| Лаб         | Представления сигналов во временной и спектральной областях /Лаб/                 | 6              | 3     | Л1.1Л2.1Л3.2         | 0         |
| Ср          | Представления сигналов во временной и спектральной областях /Ср/                  | 6              | 12    | Л1.1Л2.1Л3.2         | 0         |
| Лек         | Линейные инвариантные во времени системы /Лек/                                    | 6              | 4     | Л1.1Л2.1Л3.2         | 0         |
| Лаб         | Линейные инвариантные во времени системы /Лаб/                                    | 6              | 6     | Л1.1Л2.1Л3.1         | 0         |
| Ср          | Линейные инвариантные во времени системы /Ср/                                     | 6              | 16    | Л1.1Л2.1Л3.2         | 0         |
| Лек         | Синтез дискретных моделей систем непрерывного времени /Лек/                       | 6              | 4     | Л1.1Л2.1Л3.2         | 0         |
| Лаб         | Синтез дискретных моделей систем непрерывного времени /Лаб/                       | 6              | 15    | Л1.1Л2.1Л3.2         | 0         |
| Ср          | Синтез дискретных моделей систем непрерывного времени /Ср/                        | 6              | 12    | Л1.1Л2.1Л3.1         | 0         |
| ИКР         | Зачет /ИКР/                                                                       | 6              | 6     | Л1.1Л2.1Л3.2         | 0         |
| Раздел      | <b>Раздел 2. Моделирование непрерывно-стохастических систем</b>                   |                |       |                      |           |
| Лек         | Основные понятия теории моделирования. Типовые математические схемы моделей /Лек/ | 7              | 5     | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.2 | 0         |
| Ср          | Основные понятия теории моделирования. Типовые математические схемы моделей /Ср/  | 7              | 30    | Л1.1Л2.1Л3.2         | 0         |
| Лек         | Аналитические и имитационные модели непрерывно-стохастических систем /Лек/        | 7              | 13    | Л1.1Л2.1Л3.2         | 0         |
| Ср          | Аналитические и имитационные модели непрерывно-стохастических систем /Ср/         | 7              | 18    | Л1.1Л2.1Л3.2         | 0         |
| Лек         | Разработка имитационных моделей непрерывно-стохастических систем /Лек/            | 7              | 6     | Л1.1Л2.1Л3.2         | 0         |
| Лаб         | Разработка имитационных моделей непрерывно-стохастических систем /Лаб/            | 7              | 22    | Л1.1Л2.1             | 0         |
| Ср          | Разработка имитационных моделей непрерывно-стохастических систем /Ср/             | 7              | 28    | Л1.1Л2.1Л3.2         | 0         |
| Лек         | Методы планирования и оценивания результатов имитационного эксперимента /Лек/     | 7              | 4     | Л1.2Л2.1Л3.2         | 0         |
| Лаб         | Методы планирования и оценивания результатов имитационного эксперимента /Лаб/     | 7              | 20    | Л1.2Л2.1             | 0         |
| Ср          | Методы планирования и оценивания результатов имитационного эксперимента /Ср/      | 7              | 24    | Л1.2Л2.1             | 0         |
| ИКР         | Экзамен /ИКР/                                                                     | 7              | 6     | Л1.2Л2.1Л3.2         | 0         |
| ИКР         | Курсовая работа /ИКР/                                                             | 7              | 4     | Л1.2Л3.1             | 0         |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1: «Математические модели сигналов и систем» - 6 семестр

Тема 1.1. Математические модели сигналов и линейных систем

Предмет и цели изучения дисциплины, основные задачи и применяемые методы исследования. Области практического применения знаний и навыков, полученных в результате ее изучения. Сигналы непрерывного и дискретного времени. Детерминированные и случайные сигналы.

Скалярное произведение, энергия и мощность сигналов. Ортогональные системы сигналов. Базис в функциональном пространстве. Задачи аппроксимации и интерполяции сигналов. Аппроксимация сигналов по критерию минимума средней квадратической ошибки.

Понятие системы. Системные операторы формы их представления. Классификация операторов и систем. Линейные системы и принцип суперпозиции. Системы инвариантные к сдвигу. Задачи анализа, идентификации и синтеза систем.

Тема 1.2. Представления сигналов во временной и спектральной областях

Обобщенный ряд Фурье. Спектр сигнала в заданном базисе. Системы ортогональных функций. Ряд Фурье по системам гармонических функций и комплексных экспонент. Собственные функции. Спектральный анализ сигналов непрерывного времени. Разрывные и обобщенные функции. Дельта функция и ее основные свойства.

Преобразование Фурье сигналов непрерывного времени. Спектральная плотность. Свойства преобразования Фурье.

Формула Парсеваля. Применение преобразования Фурье к решению дифференциальных уравнений.

Разностные уравнения. Z-преобразование и его основные свойства. Спектральный анализ сигналов дискретного времени.

Преобразование Фурье дискретного времени.

Случайные сигналы. Математические модели случайных процессов. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности. Стационарные процессы. Моделирование шумов и помех.

Тема 1.3. Линейные инвариантные во времени системы

Системы непрерывного времени и методы их описания. Операция свертки. Причинно-обусловленные системы.

Коэффициент передачи и импульсная характеристика. Преобразование Лапласа. Системная функция. Критерии устойчивости систем непрерывного времени. Анализ преобразования сигналов в линейных системах непрерывного времени.

Системы дискретного времени. Структурные схемы и их элементы. Нерекурсивные и рекурсивные системы. Дискретная свертка. Системная функция и импульсная характеристика. Критерии устойчивости дискретных систем. Анализ преобразования сигналов в линейных системах дискретного времени.

Тема 1.4. Синтез дискретных моделей систем непрерывного времени

Математическая модель дискретизации сигналов непрерывного времени. Преобразование спектров при дискретизации сигналов. Теорема отсчетов. Явление наложения спектров. Сигналы с ограниченным спектром. Операторы ограничения длительности и спектра сигналов.

Математическая модель квантования сигналов. Погрешность квантования. Восстанавливающие операторы. Погрешности при восстановлении сигналов. Модели аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования сигналов.

Фильтрующие свойства физических систем. Связь систем непрерывного и дискретного времени. Дискретизация дифференциальных уравнений и уравнения свертки. Синтез дискретных моделей систем непрерывного времени. Методы инвариантности импульсной характеристики и билинейного преобразования. Синтез систем в частотной области.

Цифровые фильтры.

Раздел 2: «Моделирование непрерывно-стохастических систем» - 7 семестр

Тема 2.1. Основные понятия теории моделирования. Типовые математические схемы моделей

Системный подход в моделировании систем. Цели, критерии, оценивание эффективности и качества моделирования систем. Отношение модель-объект моделирования. Основные требования к модели. Полнота, адекватность, гибкость и блочность модели. Основы классификации видов моделирования и типов моделей. Аналитические и имитационные математические модели. Концептуальная модель. Формализация и алгоритмизация моделей и информационных процессов. Типовые математические схемы моделей.

Тема 2.2. Аналитические и имитационные модели непрерывно-стохастических систем

Математические методы моделирования информационных процессов и систем. Пуассоновские потоки. Марковские процессы. Описание систем в пространстве состояний. Основы теории массового обслуживания. Уравнения Колмогорова. Аналитические модели систем с отказами, неограниченным и ограниченным ожиданием.

Основные требования к имитационной модели и этапы ее построения. Метод статистических испытаний. Имитационное моделирование информационных процессов и непрерывно-стохастических систем.

Тема 2.3. Разработка имитационных моделей непрерывно-стохастических систем

Процессно- и событийно-ориентированные языки имитационного моделирования систем. События и действия.

Инструментальные средства имитационного моделирования систем. Разработка имитационных моделей непрерывно-стохастических систем и организация сбора информации в среде GPSS World. Имитационные модели систем с отказами, неограниченным и ограниченным временем ожидания. Модели транспортных процессов.

Тема 2.4. Методы планирования и оценивания результатов имитационного эксперимента

Методы планирования экспериментов на основе факторного анализа. Стратегическое и тактическое планирование имитационных экспериментов с моделями. Рекуррентные методы оценивания параметров случайных процессов. Фильтр Калмана. Вероятностное и статистическое оценивание точности и достоверности результатов моделирования. Критерии согласия.

Содержание лабораторных работ:

6 семестр – очная форма обучения

Раздел 1: «Математические модели сигналов и систем»

Основные модели сигналов непрерывного времени и дискретного времени. (2 часа)

Аппроксимация сигналов тригонометрическим рядом Фурье. (2 часа)  
 Анализ систем при воздействии периодических входных сигналов. (2 часа)  
 Анализ систем непрерывного времени спектральным методом и вычислением интеграла свертки. (4 часа)  
 Анализ рекурсивной дискретной линейной системы в частотной области. (4 часа)  
 Анализ рекурсивной дискретной линейной системы во временной области. (4 часа)  
 Модели дискретизации, восстановления и квантования сигналов. (2 часа)  
 Синтез дискретной модели аналоговой системы в частотной области. (2 часа)  
 Синтез дискретной модели аналоговой системы методом билинейного преобразования. (4 часа)  
 Синтез нерекурсивного фильтра нижних частот методом инвариантности импульсной характеристики. (4 часа)  
 7 семестр – очная форма обучения  
 Раздел 2: « Моделирование непрерывно-стохастических систем»  
 Основы разработки имитационной модели системы в среде GPSS World. (4 часа)  
 Одноканальная система массового обслуживания с неограниченным временем ожидания. (4 часа)  
 Моделирование многоканальных систем с однородными каналами. (4 часа)  
 Моделирование системы массового обслуживания с отказами. (6 часов)  
 Моделирование систем массового обслуживания с ограниченной длиной очереди. (3 часа)  
 Моделирование систем массового обслуживания с использованием процедур (3 часа)  
 Формирование ветвления потоков и обратной связи в моделях систем. (4 часа)  
 Моделирование процессов в транспортных и логистических системах. (4 часа)  
 Моделирование разветвленных процессов в системах. (6 часов)  
 Сравнительный анализ аналитических и имитационных методов исследования систем. (4 часа)  
 Содержание практических занятий  
 6 семестр – очная форма обучения  
 Раздел 1: « Математические модели сигналов и систем»  
 Модели сигналов непрерывного и дискретного времени. Формы представления, характеристики (2 часа)  
 Задачи аппроксимации и интерполяции сигналов. Аппроксимация сигналов по критерию минимума средней квадратической ошибки. (2 часа)  
 Системные операторы формы их представления. Классификация операторов и систем. Линейные системы и принцип суперпозиции. (2 часа)  
 Обобщенный ряд Фурье. Системы ортогональных функций. Собственные функции. Спектральный анализ сигналов непрерывного времени. Разрывные и обобщенные функции. (2 часа)  
 Преобразование Фурье, его свойства. Применение преобразования Фурье для решения дифференциальных уравнений. (4 часа)  
 Разностные уравнения. Z-преобразование и его основные свойства. Преобразование Фурье дискретного времени. (4 часа)  
 Случайные сигналы. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности. Стационарные процессы.  
 Моделирование шумов и помех. (2 часа)  
 Системы непрерывного времени и методы их описания. Операция свертки. Коэффициент передачи и импульсная характеристика. (4 часа)  
 Преобразование Лапласа. Системная функция. Критерии устойчивости систем непрерывного времени. Анализ преобразования сигналов в линейных системах непрерывного времени. (4 часа)  
 Системы дискретного времени. Структурные схемы и их элементы. Нерекурсивные и рекурсивные системы. Дискретная свертка. Системная функция и импульсная характеристика. (4 часа)  
 Критерии устойчивости дискретных систем. Анализ преобразования сигналов в (2 часа)  
 Математическая модель дискретизации сигналов непрерывного времени. Теорема отсчетов. Операторы ограничения длительности и спектра сигналов. (2 часа)  
 Математическая модель квантования сигналов. Погрешность квантования. Восстанавливающие операторы. Модели аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования сигналов. (3 часа)  
 Фильтрующие свойства физических систем. Дискретизация дифференциальных уравнений и уравнения свертки. Синтез дискретных моделей систем непрерывного времени. (4 часа)  
 Методы инвариантности импульсной характеристики и билинейного преобразования. Синтез систем в частотной области. (4 часа)  
 7 семестр – очная форма обучения  
 Раздел 2: « Моделирование непрерывно-стохастических систем»  
 Методы описания непрерывно-стохастических систем в пространстве состояний. Таблицы состояний и графы СМО. (1 час)  
 Методы определения вероятностей состояний СМО с пуассоновскими потоками на основе решения системы дифференциальных уравнений Колмогорова. (0,5 часа)  
 Основные характеристики и показатели эффективности СМО и их расчет на основе вероятностей состояний. (0,5 часа)  
 Основы языков имитационного моделирования непрерывно-стохастических систем. Модельное время. События и действия. (2 часа)  
 Формирование потоков заявок и обслуживаний. Моделирование устройств обслуживания, накопителей и очередей в среде GPSS World. (1 час)  
 Организация ветвления потоков и обратных связей в зависимости от состояния устройств, накопителей и очередей в среде GPSS World. Ветвление потоков и управление системой на основе проверки логических условий. (1 час)  
 Разработка имитационных моделей одноканальных СМО с отказами, неограниченной и ограниченной длиной очереди в среде GPSS World. (1 час)  
 Разработка имитационных моделей многоканальных СМО с отказами, неограниченной и ограниченной длиной очереди в среде GPSS World. (1 час)

Моделирование случайных величин. Плотности и ряды распределения случайных величин и их способы задания. Статистические характеристики функций от нескольких случайных величин. (2 часа)  
 Вероятностное и статистическое оценивание точности и достоверности результатов моделирования. Гистограммы. Критерии согласия. (2 часа)  
 Динамические характеристики модели. Рекуррентное оценивание средних значений и дисперсий параметров случайных процессов фильтром Калмана. (1 час)  
 Оптимизация модельного эксперимента. Анализ факторов. Методы обработки и способы представления результатов моделирования. (1 час)

#### Курсовая работа

С целью закрепления теоретического материала, приобретения и закрепления практических навыков в программе дисциплины предусматривается курсовая работа - учебный проект расчета параметров линейной системы Вводное занятие (выдача задания, требования по содержанию, объёму и оформлению курсовой работы) (2 час)  
 Получение и решение разностного уравнения дискретной системы (2 час)  
 Нахождение системных функций (импульсная характеристика, переходная характеристика, передаточная функция) (4 час)  
 Определение выходного сигнала системы на заданные входные воздействия (4 час)  
 Оценка устойчивости системы (2 час)  
 Оформление курсовой работы (2 час)  
 Защита курсовой работы

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Вопросы к практическим работам  
 Вопросы к лабораторным работам  
 Вопросы к зачету  
 Вопросы к курсовой работе  
 Вопросы к экзамену

### 6.2. Темы письменных работ

С целью закрепления теоретического материала, приобретения и закрепления практических навыков в программе дисциплины предусматривается курсовая работа - моделирование имитационной модели системы массового обслуживания по заданным вариантам.

- 1 Работа телефонной линии с коммутатором
- 2 Работа магазина
- 3 Обработка деталей
- 4 Работа порта
- 5 Работа кассы на ЖД вокзале
- 6 Работа в кузовном цехе
- 7 Работа парикмахерской
- 8 Работа игрового комплекса
- 33
- Номер варианта
- Название темы
- 9 Имитация строительства порта
- 10 Мастерская по ремонту радиоаппаратуры
- 11 Пересдача экзамена
- 12 Работа парковщика автостоянки
- 13 Работа массажного салона
- 14 Имитация работы кинотеатра
- 15 Работа медицинского центра автотранспортного предприятия
- 16 Работа аэропорта
- 17 Работа торгового центра
- 18 Работа метро
- 19 Имитация работы лифта
- 20 Работа автозаправки
- 21 Пункт проката лодок
- 22 Имитация работы системы каршеринга
- 23 Имитация работы овощебазы
- 24 Работа логистической компании порта
- 25 Имитация работы портового склада
- 26 Работа таксопарка аэропорта
- 27 Имитация работы приемной комиссии
- 28 Работа деканата
- 29 Имитация работы АТС транспортного управления
- 30 Работа кафе автотранспортного предприятия



## 7.1 Рекомендуемая литература

|      |                                 |                                         |                                     |
|------|---------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|
|      | Авторы, составители             | Заглавие                                | Издательство, год                   |
| Л1.1 | Советов Б. Я.,<br>Яковлев С. А. | Моделирование систем: Учебник           | Москва: Издательство<br>Юрайт, 2019 |
| Л1.2 | Охорзин В.А.                    | Прикладная математика в системе MATHCAD | Москва: Лань, 2009                  |

|      |                                                    |                                                                 |                     |
|------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------|
|      | Авторы, составители                                | Заглавие                                                        | Издательство, год   |
| Л2.1 | Советов Борис Яковлевич, Яковлев Сергей Алексеевич | Моделирование систем. Практикум: учебное пособие для бакалавров | Москва: Юрайт, 2013 |

|      | Авторы, составители                                       | Заглавие                                                                        | Издательство, год        |
|------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| ЛЗ.1 | Гольшев Николай Васильевич,<br>Гольшев Дмитрий Николаевич | Математические модели данных, сигналов и систем: метод. указ. к курсовой работе | Новосибирск: НГАВТ, 2007 |
| ЛЗ.2 | Гольшев Николай Васильевич,<br>Гольшев Дмитрий Николаевич | Математические модели данных, сигналов и систем: метод указ к лаб. работам      | Новосибирск: НГАВТ, 2008 |

| Назначение                                                                                                      | Оборудование                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лаборатория электрических машин - учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Лабораторные стенды: Технология электромонтажных работ, 2 шт., Электрические машины, 2 шт., Испытание машин постоянного тока, 3 шт., Испытание электромагнитного преобразователя, Испытание двигателей с короткозамкнутым ротором, Испытание синхронных генераторов |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа                                                       | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), Экран (стационарный), ПК (стационарный)                                                                                                                                                                       |
| Учебная аудитория для проведения занятий практических занятий                                                   | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), Экран (стационарный), ПК (стационарный)                                                                                                                                                                       |
| Компьютерный класс - Лаборатория информационных систем - учебная аудитория для проведения лабораторных занятий  | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; ПК-9 шт. (в т.ч. преподавательский); Мультимедийное оборудование: проектор, экран, ПК (переносной)                                                                                                                                                                  |
| Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций                                        | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), Экран (стационарный), ПК (стационарный)                                                                                                                                                                       |