

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра информатики

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы



Осипов Г.С.

22 мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины

Б1.В.05 Теория массового обслуживания

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

09.03.03 Прикладная информатика

профиль

Автоматизированные системы обработки информации и управления

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск

2025

Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 Теория массового обслуживания составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика.

Программу составил:

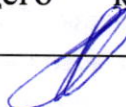
профессор кафедры информатики Осипов Г.С.



Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 Теория массового обслуживания утверждена на заседании кафедры информатики, протокол № 9 от 22 мая 2025 г.

Исполняющий обязанности заведующего кафедрой информатики

Осипов Г.С.



© ФГБОУ ВО «СахГУ»

1. Цель и задачи дисциплины

Цели дисциплины

- получение знаний о прикладных задачах управления, приводящих к математическим моделям теории массового обслуживания;
- получение представления о математических методах, используемых при анализе систем массового обслуживания (СМО);
- формирование навыков математического моделирования процессов обслуживания и умения с помощью математических методов оценивать качество управления обслуживанием.

Задачи дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- Формирование системы знаний и умений, связанных с основными понятиями, определениями и методами теории массового обслуживания, необходимыми для решения профессиональных задач,
- Ознакомление с основными методами и приемами разрешения ситуаций, включающих в себя спектр методов, связанных с необходимостью моделирования социально-экономических систем и процессов, протекающих в сфере массового обслуживания и реализации этих моделей с использованием информационных технологий

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория массового обслуживания» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули) (Б1.В.05) подготовки студентов по направлению подготовки бакалавров 09.03.03 Прикладная информатика.

Пререквизиты дисциплины:

Для освоения данной дисциплины студент должен владеть основными понятиями дисциплин: Математический анализ, Алгебра и аналитическая геометрия, Дифференциальные уравнения, Языки и методы программирования, Численные методы, Объектно-ориентированное программирование.

Постреквизиты дисциплины:

Освоение данной дисциплины должно подготовить студентов к дальнейшему образованию в области вычислительной техники и систем обработки информации, в частности к изучению курсов: Компьютерное моделирование, Web-технологии, языки и средства создания web-приложений, Основы финансовой математики, прохождению технологических практик, ведению научно-исследовательской работы

3. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине

| Код компетенции | Содержание компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|-----------------|--|---|
| УК-2. | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | УК-2.1. Знать: виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность. УК-2.2. Умеет проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые |

| | | |
|--------|--|---|
| | | <p>необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>УК-2.3.</p> <p>Владеет методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией.</p> |
| ПКС-2. | Способен проводить формализацию предметной области с целью создания информационной системы | <p>ПКС-2.1 - Знает требования к компьютерному программному обеспечению; виды технической спецификации на программные компоненты и их взаимодействие; методы проектирование компьютерного программного обеспечения</p> <p>ПКС-2.2 – Умеет применять требования к компьютерному программному обеспечению; разрабатывать технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие; применять методы проектирования компьютерного программного обеспечения;</p> <p>ПКС-2.3 – Владеет методами разработки требований к компьютерному программному обеспечению, технических спецификаций на программные компоненты, методами проектирования компьютерного программного обеспечения.</p> |

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет **3** зачетные единицы (**108** академических часа).

| Вид работы | Трудоемкость, акад. часов | |
|--|---------------------------|------------|
| | семестр | всего |
| | 6 | |
| Общая трудоемкость | 108 | 108 |
| Контактная работа: | 66 | 66 |
| Лекции (Лек) | 30 | 30 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 30 | 30 |
| Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО) (<i>Проведение текущих консультаций и индивидуальная работа со студентами</i>) | 5 | 5 |
| Контактная работа в период промежуточной аттестации (КонтПА) | 1 | 1 |
| Промежуточная аттестация экзамен | 35 | 35 |
| Самостоятельная работа: | 7 | 7 |
| - самостоятельное изучение разделов (перечислить); | 0 | 0 |
| - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала, материала учебников и учебных пособий); | 2 | 2 |
| - подготовка к лабораторным занятиям; | 2 | 2 |
| - подготовка к промежуточной аттестации и т.п.) | 3 | 3 |

4.2. Распределение видов работы и их трудоемкости по разделам дисциплины (модуля)

| № п/п | Раздел дисциплины/ темы | | Виды учебной работы (в часах) | | | | Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации |
|----------|---|---------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--|
| | | | контактная | | | Самостоятельная работа | |
| | | семестр | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | | |
| 1. | Тема 1. Простейший поток однородных событий | 6 | 2 | 0 | 4 | | Устный опрос по теме лекции. Проверка домашнего задания. |
| 2. | Тема 2. Марковские процессы с непрерывным временем | | 4 | 0 | 4 | 1 | Устный опрос по теме лекции. Проверка домашнего задания. |
| 3. | Тема 3. Процессы восстановления | | 4 | 0 | 4 | 1 | Устный опрос по теме лекции. Проверка домашнего задания. |
| 4. | Тема 4. Некоторые функциональные преобразования | | 4 | 0 | 4 | 1 | Устный опрос по теме лекции. Проверка домашнего задания. |
| 5. | Тема 5. Решение переборных зад Структура, описание и схема исследования системы массового обслуживания | | 4 | 0 | 4 | 1 | Устный опрос по теме лекции. Проверка домашнего задания. |
| 6. | Тема 6. Игровые методы принятия | | 4 | 0 | 4 | 1 | Устный опрос по теме лекции. |

| | | | | | | | |
|----|--|-----------|-----------|----------|-----------|----------|---|
| | оптимальных решений Марковские модели систем массового обслуживания | | | | | | Проверка домашнего задания. |
| 7. | Тема 7. Системы массового обслуживания с приоритетами | | 4 | | 4 | 1 | Устный опрос по теме лекции. Проверка домашнего задания. |
| 8. | Тема 8. Простейшие немарковские модели систем массового обслуживания | | 4 | | 2 | 1 | Устный опрос по теме лекции. Проверка домашнего задания. |
| | <i>экзамен</i> | | | | | | <i>Устный экзамен (по билетам)</i> |
| | итого: | 76 | 30 | 0 | 30 | 7 | |

4.3. Содержание разделов дисциплины

Тема 1 Простейший поток однородных событий.

Свойства экспоненциального распределения. Распределение Эрланга. Простейший поток однородных событий: определение и свойства: независимость приращений, свойство отсутствия последствия, ординарность, стационарность. Распределение числа событий простейшего потока на интервале $(0; t)$. Связь экспоненциального распределения, распределения Эрланга и распределения Пуассона.

Тема 2 Марковские процессы с непрерывным временем.

Марковские процессы с непрерывным временем: определение и способы задания. Интенсивности перехода и выхода. Дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний. Предельное распределение. Процессы гибели и размножения.

Тема 3 Процессы восстановления

Процессы восстановления: простой, с запаздыванием, альтернирующий. Функция восстановления. Интегральное уравнение восстановления. Элементарная теорема восстановления. Узловая теорема восстановления. Прямое (перескок) и обратное (недоскок) время возвращения. Вероятность попадания на четный или нечетный интервал для альтернирующего процесса.

Тема 4. Некоторые функциональные преобразования

Производящая функция и ее свойства. Нахождение математического ожидания дискретной случайной величины с помощью производящей функции. Решение дифференциальных уравнений Колмогорова для вероятностей состояний пуассоновского процесса с помощью производящей функции. Преобразование Лапласа и Лапласа-Стилтьеса. Их свойства. Решение дифференциальных уравнений Колмогорова для вероятностей состояний пуассоновского процесса с помощью преобразования Лапласа.

Тема 5 Структура, описание и схема исследования системы массового обслуживания

Понятие системы массового обслуживания Структура системы массового обслуживания: входящий поток требований, процесс обслуживания, обслуживающие приборы, очередь, дисциплина обслуживания. Символика Кендалла. Схема исследования СМО. Показатели качества обслуживания: среднее время обслуживания, вероятность потери заявки, средняя длина очереди, функция распределения и математическое ожидание времени ожидания начала обслуживания, функция распределения и математическое ожидание времени пребывания заявки в очереди, производительность системы, функционал среднего удельного доход.

Тема 6. Марковские модели систем массового обслуживания

Система $M|M|n|0$. Формулы Эрланга. Вероятность потери заявки. Система $M|M|n|N$ с нетерпеливыми клиентами. Инфинитезимальные характеристики ПГР, описывающего данную систему. Математическое ожидание длины очереди. Плотность распределения времени ожидания начала обслуживания. Вероятность потери заявки. Функция распределения времени пребывания заявки в очереди. Система $M|M|n|N$. Инфинитезимальные характеристики ПГР, описывающего данную систему. Математическое ожидание длины очереди. Функция распределения времени ожидания начала обслуживания при условии, что заявка принята в очередь. Вероятность потери заявки. Система $M|M|n|\infty$ с нетерпеливыми клиентами. Существование предельного распределения ПГР, описывающего функционирование системы. Математическое ожидание длины очереди. Плотность распределения времени ожидания начала обслуживания. Вероятность потери заявки. Функция распределения времени пребывания заявки в очереди. Система $M|M|n|\infty$. Условие существования предельного распределения ПГР, описывающего функционирование системы. Функция распределения времени ожидания начала обслуживания. Математическое ожидание длины очереди

Тема 7. Системы массового обслуживания с приоритетами

Системы с приоритетами. Относительный и абсолютный приоритет. Система $M|M|1|0$ с приоритетами. Предельное распределение марковского процесса, описывающего функционирование системы. Вероятность потери заявки первого и второго типа.

Тема 8. Простейшие немарковские модели систем массового обслуживания

Система $M|G|1|\infty$. Метод вложенных цепей Маркова. Переходные вероятности вложенной Марковской цепи. Производящая функция для стационарного распределения вложенной цепи. Период занятости. Основной закон стационарной очереди. Математическое ожидание длины очереди. Доказательство основного закона стационарной очереди. Вывод формулы для математического ожидания длины очереди. Система $G|M|1|\infty$. Метод вложенных цепей Маркова. Переходные вероятности вложенной марковской цепи. Производящая функция для стационарного распределения вложенной цепи. Формула для стационарного распределения вложенной цепи. Предельное распределение случайного процесса, описывающего функционирование системы.

4.4 Темы и планы лабораторных занятий

Лабораторное занятие №1 (4 ч.)

Тема Простейший поток однородных событий

Вопросы для обсуждения:

1. Свойства экспоненциального распределения.
2. Распределение Эрланга.
3. Простейший поток однородных событий: определение и свойства: независимость приращений, свойство отсутствия последствия, ординарность, стационарность.
4. Распределение числа событий простейшего потока на интервале $(0; t)$.
5. Связь экспоненциального распределения, распределения Эрланга и распределения Пуассона.
6. Примеры реализации.

Лабораторное занятие №2 (4 ч.)

Тема Марковские процессы с непрерывным временем.

1. Марковские процессы с непрерывным временем: определение и способы задания. Интенсивности перехода и выхода.
2. Дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний. Предельное распределение.
3. Процессы гибели и размножения.
4. Особенности реализации.

Лабораторное занятие №3 (4 ч.)

Тема Процессы восстановления

Вопросы для обсуждения:

1. Процессы восстановления: простой, с запаздыванием, альтернирующий. Функция восстановления.
2. Интегральное уравнение восстановления.
3. Элементарная теорема восстановления.
4. Узловая теорема восстановления.
5. Прямое (перескок) и обратное (недосток) время возвращения.
6. Вероятность попадания на четный или нечетный интервал для альтернирующего процесса.
7. Особенности реализации.

Лабораторное занятие №4 (4 ч.)

Тема Некоторые функциональные преобразования

Вопросы для обсуждения:

1. Производящая функция и ее свойства.
2. Нахождение математического ожидания дискретной случайной величины с помощью производящей функции.
3. Решение дифференциальных уравнений Колмогорова для вероятностей состояний пуассоновского процесса с помощью производящей функции.
4. Преобразование Лапласа и Лапласа-Стилтьеса. Их свойства.
5. Решение дифференциальных уравнений Колмогорова для вероятностей состояний пуассоновского процесса с помощью преобразования Лапласа
6. Особенности реализации.

Лабораторное занятие №5 (4 ч.)

Тема Структура, описание и схема исследования системы массового обслуживания

Вопросы для обсуждения:

1. Понятие системы массового обслуживания
2. Структура системы массового обслуживания: входящий поток требований, процесс обслуживания, обслуживающие приборы, очередь, дисциплина обслуживания. Символика Кендалла.
3. Схема исследования СМО.
4. Показатели качества обслуживания: среднее время обслуживания, вероятность потери заявки, средняя длина очереди, функция распределения и математическое ожидание времени ожидания начала обслуживания, функция распределения и математическое ожидание времени пребывания заявки в очереди, производительность системы, функционал среднего удельного доход.
5. Особенности реализации.

Лабораторное занятие №6 (4 ч.)

Тема Марковские модели систем массового обслуживания

Вопросы для обсуждения:

1. Система $M|M|n|0$. Формулы Эрланга. Вероятность потери заявки. Система $M|M|n|N$ с нетерпеливыми клиентами.
2. характеристики ПГР, описывающего данную систему. Математическое ожидание длины очереди. Плотность распределения времени ожидания начала обслуживания. Вероятность потери заявки.
3. Функция распределения времени пребывания заявки в очереди. Система $M|M|n|N$. Инфинитезимальные характеристики ПГР, описывающего данную систему. Математическое ожидание длины очереди.
4. Функция распределения времени ожидания начала обслуживания при условии, что заявка принята в очередь.
5. Вероятность потери заявки.
6. Особенности реализации.

Лабораторное занятие №7 (4 ч.)

Тема Системы массового обслуживания с приоритетами

Вопросы для обсуждения:

1. Системы с приоритетами. Относительный и абсолютный приоритет.
2. Система $M|M|1|0$ с приоритетами.
3. Предельное распределение марковского процесса, описывающего функционирование системы.
4. Вероятность потери заявки первого и второго типа.
5. Особенности реализации.

Лабораторное занятие №8 (2 ч.)

Тема Простейшие немарковские модели систем массового обслуживания

Вопросы для обсуждения:

1. Система $M|G|1|_{\infty}$.
2. Метод вложенных цепей Маркова.
3. Переходные вероятности вложенной Марковской цепи.
4. Производящая функция для стационарного распределения вложенной цепи.
5. Особенности реализации.

5. Темы дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения

| № | Название темы | Количество часов |
|----|---------------|------------------|
| 1. | | |

6. Образовательные технологии

| № п/п | Наименование раздела | Виды учебных занятий | Образовательные технологии |
|-------|---|------------------------|--|
| 1. | Тема 1 Простейший поток однородных событий | Лекции 1 | Традиционная лекция в ауд. с мультимедиа проектором |
| | | Лабораторные занятия 1 | Лабораторное занятие в компьютерном классе. |
| | | Самостоятельная работа | Изучение материала по теме лекции, подготовка домашнего задания. |
| 2. | Тема 2. Марковские процессы с непрерывным временем | Лекции 2 | Традиционная лекция в ауд. с мультимедиа проектором |
| | | Лабораторные занятия 2 | Лабораторное занятие в компьютерном классе. |
| | | Самостоятельная работа | Изучение материала по теме лекции, подготовка домашнего задания. |
| 3. | Тема 3. Процессы восстановления | Лекции 3 | Традиционная лекция в ауд. с мультимедиа проектором |
| | | Лабораторные занятия 3 | Лабораторное занятие в компьютерном классе. |
| | | Самостоятельная работа | Изучение материала по теме лекции, подготовка домашнего задания. |
| 4. | Тема 4. Некоторые функциональные преобразования | Лекции 4 | Традиционная лекция в ауд. с мультимедиа проектором |
| | | Лабораторные занятия 4 | Лабораторное занятие в компьютерном классе. |
| | | Самостоятельная работа | Изучение материала по теме лекции, подготовка домашнего задания. |
| 5. | Тема 5. Структура, описание и схема исследования системы массового обслуживания | Лекции 5 | Традиционная лекция в ауд. с мультимедиа проектором |
| | | Лабораторные занятия 5 | Лабораторное занятие в компьютерном классе. |
| | | Самостоятельная работа | Изучение материала по теме лекции, подготовка домашнего задания. |
| 6. | Тема 6. Марковские модели систем массового обслуживания | Лекции 6 | Традиционная лекция в ауд. с мультимедиа проектором |
| | | Лабораторные занятия 6 | Лабораторное занятие в |

| | | | |
|----|--|------------------------|--|
| | | | компьютерном классе. |
| | | Самостоятельная работа | Изучение материала по теме лекции, подготовка домашнего задания. |
| 7. | Тема 7. Системы массового обслуживания с приоритетами | Лекции 7 | Традиционная лекция в ауд. с мультимедиа проектором |
| | | Лабораторные занятия 7 | Лабораторное занятие в компьютерном классе. |
| | | Самостоятельная работа | Изучение материала по теме лекции, подготовка домашнего задания. |
| 8. | Тема 8. Решение переборных зад Простейшие немарковские модели систем массового обслуживания | Лекции 8 | Традиционная лекция в ауд. с мультимедиа проектором |
| | | Лабораторные занятия 8 | Лабораторное занятие в компьютерном классе. |
| | | Самостоятельная работа | Изучение материала по теме лекции, подготовка домашнего задания. |

7. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные варианты индивидуальных заданий

I Система $M|M|n|N$. Интенсивность входящего потока λ , интенсивность обслуживания μ .

1. Составить математическую модель данной системы. Для этого ввести в рассмотрение случайный процесс $\xi(t)$ – число заявок в системе в момент времени t .
2. Выписать для этого процесса переходные вероятности $P_{ij}(t, h)$. Показать, что это процесс гибели и размножения.
3. Выписать систему дифференциальных уравнений Колмогорова для вероятностей состояний процесса $\xi(t)$.
4. Вычислить предельное распределение

II Исследовать вероятность потери заявки в системе массового обслуживания $M|M|n|N$, где интенсивность входящего потока λ , интенсивность обслуживания на одном приборе μ .

1. Вычислить вероятность потери заявки в стационарном режиме q аналитически.
2. Для этого построить математическую модель функционирования указанной системы в виде марковского случайного процесса $\xi(t)$, где $\xi(t)$ – число заявок в системе в момент времени t .
3. Описать свойства этого процесса, найти его стационарное распределение. Используя найденные характеристики, вычислить значение q .

Форма контроля – *экзамен*

Примерные вопросы к экзамену

1. Экспоненциальное распределение. Свойства экспоненциального распределения: отсутствие последствия, математическое ожидание, дисперсия, распределение минимума и максимума независимых экспоненциально распределенных случайных величин.
 2. Распределение Эрланга.
 3. Простейший поток. Определение, свойства.
 4. Марковские процессы с непрерывным временем. Интенсивности перехода и выхода.
 5. Дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний.
- Предельное распределение. Процессы гибели и размножения; формулы для предельного распределения.

6. Производящая функция. Решение системы дифференциальных уравнений Колмогорова для простейшего потока с помощью производящей функции
7. Процессы восстановления: простой, с запаздыванием, альтернирующий. Функция восстановления.
8. Интегральное уравнение восстановления. Элементарная теорема восстановления. Узловая теорема восстановления. Прямое (перескок) и обратное (недоскок) время возвращения.
9. Вероятность попадания на четный или нечетный интервал для альтернирующего процесса.
10. Преобразование Лапласа и Лапласа-Стилтьеса. Свойства преобразования Лапласа.
11. Решение системы дифференциальных уравнений Колмогорова для простейшего потока с помощью преобразования Лапласа.

8. Система оценивания планируемых результатов обучения

Критерии оценивания

Оценка «отлично» выставляется студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагающему, в ответе которого увязывается теория с практикой, он показывает знакомство с литературой, правильно обосновывает и использует рациональные и современные средства решения поставленной проблемы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении поставленной задачи.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который знает только основной программный материал, но не усвоил особенностей, допускает в ответе неточности, некорректно формулирует основные законы и правила, затрудняется в выполнении практических задач.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает в ответе существенные ошибки, с затруднениями выполняет практические задания.

| Форма контроля | За одну работу | | Всего | |
|---|----------------|--------------|-------------|--------------|
| | Мин. баллов | Макс. баллов | Мин. баллов | Макс. баллов |
| Текущий контроль: | | | | |
| Активная работа на занятии | 0,25 | 0,5 | 9 | 18 |
| Выполнение домашнего задания | 0,75 | 0,75 | 27 | 27 |
| Выполнение заданий самостоятельной работы | 1 | 3 | 1 | 3 |
| коллоквиум | 1 | 3 | 3 | 9 |
| Промежуточная аттестация (экзамен) | | | 20 | 43 |
| Итого за семестр | | | 60 | 100 |

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Основная литература

1. Поляков, В. М. Теория массового обслуживания: учебное пособие / В. М. Поляков, З. С. Агаларов. — 2-е изд. — Москва: Дашков и К, 2022. — 86 с. — ISBN 978-5-394-05003-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: [IPR SMART / Методы оптимизации](https://ipr-smart.ru/metody-optimizatsii)
2. Ахмадиев, Ф. Г. Математическое моделирование и методы оптимизации: учебное пособие / Ф. Г. Ахмадиев, Р. М. Гильфанов. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 178 с. — ISBN 978-5-4497-1383-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: [IPR SMART / Математическое моделирование и методы оптимизации](https://ipr-smart.ru/matematicheskoe-modelirovanie-i-metody-optimizatsii)

3. Львович, И. Я. Информационные технологии моделирования и оптимизации. Краткая теория и приложения: монография / И. Я. Львович, Я. Е. Львович, В. Н. Фролов. — Воронеж: Воронежский институт высоких технологий, Научная книга, 2016. — 444 с. — ISBN 978-5-4446-0836-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/67365.html>

9.2. Дополнительная литература

1. Осипов Г.С. Математическое и имитационное моделирование систем массового обслуживания -М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2022 г. -56 с. Сетевое научное издание <https://elibrary.ru/item.asp?id=29235827>
2. Смирнов, И. Н. Прикладные задачи теории массового обслуживания: учебное пособие / И. Н. Смирнов. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 86 с. — ISBN 978-5-7937-1642-0. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102664.html>
3. Практикум по дисциплине «Теория массового обслуживания» / составители В. П. Димитров [и др.]. — Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2019. — 75 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/118083.html>
4. Белопольская, Я. И. Теория случайных процессов и системы массового обслуживания : учебное пособие / Я. И. Белопольская, В. Ю. Васильчук. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2019. — 80 с. — ISBN 978-5-9227-0963-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108052.html>

9.3. Программное обеспечение

1. Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License (бессрочная), (лицензия 49512935);
2. Microsoft Sys Ctr Standard Sngl License/Software Assurance Pack Academic License 2 PROC (бессрочная), (лицензия 60465661)
3. Microsoft Win Home Basic 7 Russian Academic OPEN (бессрочная), (лицензия 61031351),
4. Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, (бессрочная) (лицензия 61031351),
5. Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN (бессрочная), (лицензия 61031351),
6. Microsoft Internet Security & Acceleration Server Standard Edition 2006 English Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 41684549),
7. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 60939880),
8. Microsoft Windows Server CAL 2008 Russian Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 60939880),
9. Microsoft Windows 10 Pro, 64 bit, Rus, OEM, Операционная система
10. Неисключительное право на использование ПО Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition.
11. Неисключительное право на использование ПО Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server, VirtSvr, License, Education Renewal
12. ABBYY FineReader 11 Professional Edition, (бессрочная), (лицензия AF11-2S1P01-102/AD),
13. Microsoft Volume Licensing Service, (бессрочная), (лицензия 62824441),
14. Microsoft Windows Pro 64bit DOEM, (бессрочная), контракт № 6-ОАЭФ2014 от 05.08.2014
15. Visual Studio Professional
16. «Антиплагиат. ВУЗ». Лицензионный договор № 5044 от 14.05. 2022 года (ежегодное продление).

9.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел Информатика и информационные технологии» (<https://habr.com/>)
2. Крупнейший веб-сервис для хостинга IT-проектов и их совместной разработки- (<https://github.com/>)
3. База книг и публикаций Электронной библиотеки "Наука и Техника" (<http://www.n-t.ru>)
4. Электронная библиотечная система ZNANIUM.COM (<http://znanium.com/>)
5. Электронная библиотечная система «BOOK.ru» издательства «КноРус медиа» (<https://www.book.ru/>)
6. Журнал «КомпьютерПресс» (www.compress.ru)
7. Издательство «Открытые системы» (www.osp.ru)
8. Издание о высоких технологиях (www.cnews.ru)
9. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
10. Сайт о программировании (<https://metanit.com/>)
11. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)
12. Электронная библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>)
13. Электронная библиотечная система Юрайт (<http://www.biblio-online.ru>)

10. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия

информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

для слепых и слабовидящих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением зрения;
- при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

для глухих и слабослышащих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
- акустический усилитель и колонки;

для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
- компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для преподавания и изучения дисциплины используется лекционная аудитория, обеспеченная мультимедиа проектором и сопутствующим оборудованием, интерактивной доской. Используются УМК дисциплины (на бумажном и электронном носителях), фонд научной библиотеки университета, методические и учебно-методические материалы кафедры информатики.

К рабочей программе прилагаются:

Приложение 1 – Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине (модулю);

Приложение 2 – Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).