**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

**УТВЕРЖДАЮ**
**Проректор по учебной работе**
_____ **П.Е. Троян**
«12» 04 2016 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Теория массового обслуживания

**Уровень основной образовательной программы** *бакалавр*

**Направление подготовки (специальность)** *11.03.03 –Конструирование и технология электронных средств*

**Профиль** *Проектирование и технология электронно-вычислительных систем*

**Форма обучения** *очная*
**Факультет** *безопасности(ФБ)*
**Кафедра** *Комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем (КИБЭВС)*
**Курс** *2* **Семестр** *4*

**Учебный план набора 2013 года.**

**Распределение рабочего времени:**

| № | Виды учебной работы | Семестр 4 | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Лекции | 28 | 28 | часов |
| 2. | Лабораторные работы | - | - | часов |
| 3. | Практические занятия | 28 | 28 | часов |
| 4. | Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная) | - | - | часов |
| 5. | Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4) | 56 | 56 | часов |
| 6. | Из них в интерактивной форме | 12 | 12 | часов |
| 7. | Самостоятельная работа студентов (СРС) | 16 | 16 | часов |
| 8. | Всего (без экзамена) (Сумма 5,7) | 72 | 72 | часов |
| 9. | Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена | - | - | часов |
| 10. | Общая трудоемкость (Сумма 8,9) | 72 | 72 | часов |
| | (в зачетных единицах) | 2 | 2 | ЗЕТ |

**Зачет** 4 **семестр**

**Томск 2016**

Согласована на портале № 5561

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 4 от « 5 » 4 2016 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) третьего поколения по направлению подготовки (бакалавриату) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (профиль Проектирование и технология электронно-вычислительных средств), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 12.11.2015 №1333, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «5» апреля 2016 г., протокол № 4.

Разработчики:
Доцент кафедры КИБЭВС _____ Е.М. Давыдова
(подпись)

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФБ _____ Е.М. Давыдова
(подпись)

Зав. профилирующей
кафедрой КИБЭВС _____ А.А. Шелупанов
(подпись)

Зав. выпускающей
кафедрой КИБЭВС _____ А.А. Шелупанов
(подпись)

Директор Центра системного
проектирования _____ А.А. Конев
(подпись)

Доцент каф. КИБЭВС _____ /М.А. Сопов/



Согласована на портале № 5561

## 1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Теория массового обслуживания» рассматривает теоретические и практические вопросы проектирования и моделирования систем массового обслуживания, является прикладной дисциплиной и включает в себя чрезвычайно широкий спектр методов и задач, связанных с необходимостью моделирования технических систем и экономических процессов протекающих в системах массового обслуживания, классификации способов представления моделей систем, формализации объектов, процессов, явлений и реализации их моделей с использованием компьютерной техники.

Задачей курса является обучение студентов современным методам и средствам моделирования систем массового обслуживания, основанных на использовании передового математического аппарата и доступных средств разработки моделей систем массового обслуживания и наработка у студентов навыков их практического применения.

Для успешного изучения курса студенту необходимы знания основ теории вероятности, математической статистики, экономической теории, алгоритмизации и программирования, а также современных информационных технологий и теории информационных систем.

Целью изучения курса «Теория массового обслуживания» является формирование у студентов фундаментальных теоретических знаний и практических навыков моделирования с помощью ЭВМ систем массового обслуживания и анализа операционных характеристик СМО, а также обучение студентов современным программным средствам для проектирования и разработки моделей систем массового обслуживания.

В ходе изучения курса у студента должно формироваться представление о методах анализа систем массового обслуживания, создания их моделей, анализа полученных характеристик СМО по результатам использования модели.

В ходе достижения цели решаются следующие задачи:

– изучение и освоение основных теоретических методов и приёмов исследования систем массового обслуживания (СМО);

– обучение теории и практике моделирования СМО и определения их операционных характеристик;

– дальнейшее развитие логического и алгоритмического мышления;

– освоение принципов работы с современными средствами, предназначенными для проектирования моделей СМО;

– выработка умения самостоятельного решения задач по выбору метода и средства проектирования модели СМО, методов тестирования и определения качественных характеристик полученной модели;

– получение навыков в построении моделей СМО, в алгоритмизации задач, программировании и отладке программ, а также тестировании создаваемых программных модулей проектируемой модели СМО.

**3. Место дисциплины в структуре ООП.**

Дисциплина «Теория массового обслуживания» относится к дисциплинам по выбору математического и естественнонаучного цикла. Предшествующие дисциплины: Теория вероятностей и математическая статистика. Последующие дисциплины: Дипломирование.

**3. Требования к результатам освоения дисциплины.**

- Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

– основы теории массового обслуживания, методы определения операционных характеристик марковских однофазных СМО, многофазных СМО, сетей массового обслуживания;

– возможности, ограничения и сферу применения различных типов моделей, используемых при анализе СМО, уметь идентифицировать проблему и выбрать соответст-

Согласована на портале № 5561

вующую модель и программное обеспечение, грамотно интерпретировать результаты моделирования.

**Уметь:**

– использовать полученные знания для планирования и анализа СМО.

**Владеть:**

– математическими методами и моделями, с помощью которых анализируются СМО.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 4 |
| **Аудиторные занятия (всего)** | 56 | 56 |
| В том числе: | - | - |
| Лекции | 28 | 28 |
| Лабораторные работы (ЛР) | - | - |
| Практические занятия (ПЗ) | 28 | 28 |
| Семинары (С) | не предусмотрены | |
| Коллоквиумы (К) | не предусмотрены | |
| Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка) | - | - |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 16 | 16 |
| В том числе: | - | - |
| Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа) | - | - |
| Изучение теоретического материала | 2 | 2 |
| Выполнение индивидуальных домашних заданий | 4 | 4 |
| Проработка лекционного материала | 2 | 2 |
| Подготовка к практическим занятиям | 2 | 2 |
| Подготовка к контрольным работам | 2 | 2 |
| Подготовка к тестовому опросу | 4 | 4 |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) | | |
| Общая трудоемкость час | 72 | 72 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 2 | 2 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лекции | Практич. занятия. | Лаборторные занятия | КСР | Самост. работа студента | Всего час. (без экзам) | Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Понятие системы массового обслуживания. Потоки требований Экспоненциальное распределение и его свойства | 4 | 2 | | | 1 | 7 | ОПК-1 |
| 2. | Цепи Маркова. Производящие функции. Уравнения простейшего потока. Сходимость к простейшему потоку. Процессы восстановления. | 4 | 4 | | | 1 | 9 | ОПК-1 |
| 3. | Основные элементы систем массового обслуживания. | 4 | 4 | | | 1 | 9 | ОПК-1 |



Согласована на портале № 5561

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Определение показателей качества | | | | | | | |
| 4. | Марковская модель массового обслуживания. Процессы размножения и гибели Время ожидания начала обслуживания | 4 | 4 | | | 1 | 9 | ОПК-1 |
| 5. | Марковские модели массового обслуживания с приоритетом | 2 | 4 | | | 2 | 8 | ОПК-1 |
| 6. | Системы с потерями и приоритетным обслуживанием | 4 | 4 | | | 2 | 10 | ОПК-1 |
| 7. | Применение математических моделей для анализа реальных систем массового обслуживания | 2 | 2 | | | 4 | 10 | ОПК-1 |
| 8. | Применение имитационных моделей для анализа реальных систем массового обслуживания | 4 | 2 | | | 4 | 16 | ОПК-1 |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

| № п/п | Наименование разделов | Содержание разделов | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Понятие системы массового обслуживания. | Основные понятия. Входящий поток, как некоторое множество моментов времени, в которые поступают требования на обслуживание. Обслуживание, очередь. Потоки требований Экспоненциальное распределение и его свойства | 4 | ОПК-1 |
| 2. | Цепи Маркова. Производящие функции. Уравнения простейшего потока. Сходимость к простейшему потоку. | Определение марковской цепи, однородность, эргодичность. Потоки. Стационарность потока, ординарность, интенсивность. Параметр потока. Нестационарные потоки, эрланговские потоки. Процессы восстановления. | 4 | ОПК-1 |
| 3. | Основные элементы систем массового обслуживания. Определение показателей качества | Определения системы массового обслуживания (СМО). Вероятность потери требования, функция распределения времени ожидания, другие показатели качества | 4 | ОПК-1 |
| 4. | Процессы размножения и гибели Время ожидания начала обслуживания | Марковская модель массового обслуживания. Финальные вероятности, оценка показателей качества обслуживания. | 4 | ОПК-1 |
| 5. | Марковские модели массового обслуживания с приоритетом | Типы приоритетов, одноканальная СМО. | 2 | ОПК-1 |
| 6. | Системы с потерями и приоритетным обслуживанием | Системы с потерями и приоритетным обслуживанием. Пуассоновские потоки | 4 | ОПК-1 |
| 7. | Применение математических моделей для анализа реальных систем массового обслуживания | Статистические задачи решаемые в системе в СМО, системы с полной и неполной информацией. | 2 | ОПК-1 |
| 8. | Применение имитационных моделей для анализа реальных систем | Моделирование производственных процессов, компьютерный систем | 4 | ОПК-1 |

Согласована на портале № 5561

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | массового обслуживания | | | |

**5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

| № п/п | Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Предыдущие дисциплины | | | | | | | | | |
| 1. | Теория вероятностей и математическая статистика. | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | | |
| 1. | Дипломирование | + | + | + | + | + | + | + | + |

**5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий**

| Перечень компетенций | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Л | Пр. | Лаб. | СРС | |
| ПК-2,ОК-10 | + | + | + | + | Опрос на занятии, тест, проверка конспекта, контрольная работа, защита индивидуального задания. |
| ПК-2,ОК-10 | | + | + | + | Устный ответ на практическом занятии, проверка конспекта, тест, контрольная работа, защита индивидуального задания. |

Л – лекция, Пр. – практические занятия, Лаб. – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студента.

**6. Методы и формы организации обучения. Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах**

| Формы / Методы | Лекции (час) | Практические занятия (час) | Лабораторные занятия (час) | Всего |
|---|---|---|---|---|
| Практические групповые и индивидуальные задания | 4 | | | 4 |
| Коллективное решение творческих задач | 2 | | | 2 |
| Лекция «Обратная связь» | 2 | | | 2 |
| Групповая работа с иллюстративными материалами | | 6 | | 6 |
| Итого интерактивных занятий | 8 | 6 | | 14 |
| Из них аудиторных занятий | 14 | | | |

Согласована на портале № 5561

**7. Лабораторный практикум**

Не предусмотрен

**8. Практические занятия (семинары)**

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Тематика практических занятий (семинаров) | Трудоемкость (час.) | Компетенции ОК, ПК |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Понятие системы массового обслуживания. Потоки требований Экспоненциальное распределение и его свойства | Свойства и характеристики пуассоновского потока | 2 | ОПК-1 |
| 2 | Цепи Маркова. Производящие функции. Уравнения простейшего потока. Сходимость к простейшему потоку. Процессы восстановления. | Составление уравнений, решение задач. | 4 | ОПК-1 |
| 3 | Основные элементы систем массового обслуживания. Определение показателей качества | Расчет показателей эффективности | 4 | ОПК-1 |
| 4 | Марковская модель массового обслуживания. Процессы размножения и гибели Время ожидания начала обслуживания | Составление уравнений, решение задач | 4 | ОПК-1 |
| 5 | Марковские модели массового обслуживания с приоритетом | Расчет показателей эффективности, решение задач | 4 | ОПК-1 |
| 6 | Системы с потерями и приоритетным обслуживанием | Исследование СМО с отказами | 4 | ОПК-1 |
| 7 | Применение математических моделей для анализа реальных систем массового обслуживания | Решение задач для СМО различного типа | 2 | ОПК-1 |
| 8 | Применение имитационных моделей для анализа реальных систем массового обслуживания | Моделирование СМО | 2 | ОПК-1 |

**9. Самостоятельная работа**

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Тематика самостоятельной работы *(детализация)* | Трудоемкость (час.) | Компетенции ОК, ПК | Контроль выполнения работы *(опрос, тест, дом. задание, и т.д)* |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 1,2,3,4,5,6,7,8 | Проработка лекционного материала. | 2 | ОПК-1 | Опрос, проверка домашнего задания |
| 2. | 1-8 | Подготовка к практическим занятиям. | 2 | ОПК-1 | Проверка на практических занятиях |
| 3. | 7 | Индивидуальное задание | 6 | ОПК-1 | Проверка индивидуального задания |
| 4. | 8 | Индивидуальное задание | 6 | ОПК-1 | Проверка индивидуального задания |

**10. Примерная тематика курсовых проектов (работ)**

Не предусмотрена

**11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов**

**8 семестр (зачет)**

| Элементы учебной дея- | Максимальный | Максимальный | Максимальный | Всего за |
|---|---|---|---|---|



Согласована на портале № 5561

| тельности | балл на 1-ую КТ с начала семестра | балл за период между 1КТ и 2КТ | балл за период между 2КТ и на конец семестра | семестр |
|---|---|---|---|---|
| Посещение занятий | 4 | 5 | 4 | **13** |
| Тестовый контроль | 4 | 4 | 4 | **12** |
| Индивидуальные домашние задания | | 10 | 10 | **20** |
| Контрольные работы на практических занятиях | | 10 | 10 | **20** |
| Устные ответы на практических занятиях | 5 | 10 | 10 | **25** |
| Выполнение индивидуального творческого задания | | 10 | 10 | **20** |
| **Итого максимум за период:** | **13** | **49** | **48** | **100** |
| **Нарастающим итогом** | **13** | **52** | **100** | **100** |

**Таблица 11.2** Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| **Оценка (ГОС)** | **Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен** | **Оценка (ECTS)** |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | **90 - 100** | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | **85 – 89** | B (очень хорошо) |
| | **75 – 84** | C (хорошо) |
| | **70 - 74** | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | **65 – 69** | |
| | **60 - 64** | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно), (не зачтено) | **Ниже 60 баллов** | F (неудовлетворительно) |

**12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**12.1** Основная литература:

Гнеденко Б.В. Введение в теорию массового обслуживания [Текст] : научное издание / Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко. - 5-е изд., испр. - М. : URSS, 2011. - 402 с. (20 экз.)

**12.2** Дополнительная литература:

1. Теория вероятностей : Учебник для вузов / Елена Сергеевна Вентцель. - 8-е изд., стереотип. - М. : Высшая школа, 2002. - 576 с. ( 51 экз. в библ.).

2.Основы теории массового обслуживания : рабочая программа / В. П. Бондаренко, А. А. Конев ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2005. - 49 с. (76 экз.)

**12.3** Учебно-методические пособия и требуемое программное обеспечение:

Конев А.А. Теория массового обслуживания. Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе. Электронный ресурс. Режим доступа http://kibevs.tusur.ru/sites/default/files/pictures/smo_2015.pdf 2015г. – 21с.

Программное обеспечение
Операционная система Windows.
C#.

Согласована на портале № 5561

**12.4** Необходимые базы данных, информационно-справочные и поисковые системы
*http://www.portal.tusur.ru; http://www.lib.tusur.ru* – образовательный портал университета;
*http://www.iqlib.ru* - электронная интернет библиотека;
*http://www.biblioclub.ru* – полнотекстовая электронная библиотека;
*http://www.elibrary.ru* - научная электронная библиотека;
*http://www.edu.ru* - веб-сайт системы федеральных образовательных порталов.

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Мультимедийная лекционная аудитория.
Дисплейный класс с локальной вычислительной сетью.
Интерактивная доска с лицензионным программным обеспечением и мультимедиа-проектор.

## 14. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Не предусмотрено



Согласована на портале № 5561

**Приложение к рабочей программе**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

**УТВЕРЖДАЮ**
**Проректор по учебной работе**
_____ **П. Е. Троян**

«___» _____ 2016 г.

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

## Теория массового обслуживания

**Уровень основной образовательной программы** **бакалаврит**

**Направление подготовки (специальность)** **Конструирование и технология ЭВС**

**Профиль** **Проектирование и технология ЭВС**

**Форма обучения** **Очная**

**Факультет безопасности (ФБ)**

**Кафедра Комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем**

**Курс 2** **Семестр 4**

**Учебный план набора 2013 года и последующих лет.**

**Зачет 4 семестр**

**Томск 2016**

Согласована на портале № 5561

## 1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Теория массового обслуживания» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине Введение в специальность используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1.

**Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций**

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции |
|---|---|---|
| ОПК-1 | способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК-1) | Знать:<br>- основы теории массового обслуживания, методы определения операционных характеристик марковских однофазных СМО, многофазных СМО, сетей массового обслуживания;<br>- возможности, ограничения и сферу применения различных типов моделей, используемых при анализе СМО.<br>Уметь:<br>- использовать полученные знания для планирования и анализа СМО.<br>- идентифицировать проблему и выбрать соответствующую модель и программное обеспечение, грамотно интерпретировать результаты моделирования<br>Владеть:<br>- математическими методами и моделями, с помощью которых анализируются СМО. |

## 2 Реализация компетенций

В результате изучения дисциплины Теория массового обслуживания должна быть сформирована компетенция:

- способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК1).

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

**Таблица 2– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | - основы теории массового обслуживания, методы определения операционных | - использовать полученные знания для | - математическими методами и моделями, |

Согласована на портале № 5561

| | | | |
|---|---|---|---|
| | характеристик марковских однофазных СМО, многофазных СМО, сетей массового обслуживания;<br>- возможности, ограничения и сферу применения различных типов моделей, используемых при анализе СМО. | планирования и анализа СМО.<br>- идентифицировать проблему и выбрать соответствующую модель и программное обеспечение, грамотно интерпретировать результаты моделирования | с помощью которых анализируются СМО |
| **Виды занятий** | Лекции;<br>Практические занятия | Самостоятельная работа студентов | Индивидуальное задание |
| **Используемые средства оценивания** | Контрольная работа;<br>Выполнение индивидуального домашнего задания;<br>Зачет. | Оценивание самостоятельной работы студента;<br>Зачет. | Зачет |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

**Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Согласована на портале № 5561

**Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Приемы и методы построения моделей СМО. | Может применить и обосновывать выбор модель системы массового обслуживания | Свободно владеет разными способами построения моделей СМО. Проводит анализ и интерпретацию результатов |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Знает основные модели и способы их построения. | Применяет методику построения моделей при решении профессиональных задач | Может строить и обосновывать модели СМО |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Дает определения основных понятий теории массового обслуживания. | Умеет работать со справочной литературой. Решает типовые задачи. | Может построить модель системы массового обслуживания |

## 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

- контрольная работа;
- выполнение домашнего задания;
- самостоятельная работа;
- зачет.

**3.1. Примеры заданий для контрольных работ**:

1. На диспетчерский пульт поступает поток заявок, который является потоком Эрланга второго порядка. Интенсивность потока заявок равна $\lambda$ заявок в час. Если диспетчер в случайный момент оставляет пульт, то при первой же очередной заявке он обязан вернуться к пульту. Найти плотность распределения времени ожидания очередной заявки и построить ее график. Вычислить вероятность того, что диспетчер сможет отсутствовать от $t_1$ до $t_2$ минут.

2. К пункту шиномонтажа, рассчитанного на 1 машину, в среднем подъезжает 6 машин в час. Процесс шиномонтажа занимает 12 минут. Рядом есть площадка, на которой могут разместиться 3 машины. Если площадка занята, то подъезжающая машина уезжает. Определить показатели эффективности СМО.

3. В Стране Дождей возможны три вида погоды: дождь (*Д*), ясно (*Я*) снег (*С*). Переходные вероятности указаны на стохастическом орграфе, приведенном на рисунке 1.

Согласована на портале № 5561

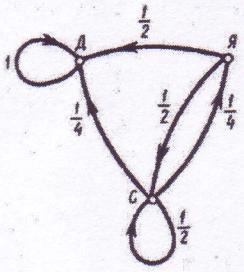



Рисунок 1

а. Известно, что в настоящий момент идет снег. Определить среднее число ясных дней до начала постоянных дожей.

б. Известно, что сейчас идет снег. Определить среднее число дней до начала постоянных дожей.

в. Известно, что в настоящий момент ясно; какова вероятность, что пройдет неожиданный дождь?

**3.2.Выполнение домашнего задания**. Примеры заданий.

1. Пусть $P$ – переходная матрица поглощающей цепи Маркова и пусть $B^*$ – матрица размерности $n \times n$, элемент $(i, j)$ которой, равный $b_{ij}^*$, есть вероятность перехода в поглощающее состояние $u_i$. Таким образом, если $u_i$ – поглощающее состояние, то $b_{ij}^*$, равно 1, если $i=j$ и равно 0 в остальных случаях. Доказать, что $PB^*=B^*$.

2. Имеет ли матрица $P = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ единственный стационарный вероятностный вектор $w$? Стремится ли $P^t$ к $W$? Использовать свои ответы для определения того, является ли $P$ переходной матрицей регулярной цепи.

3. Рассмотрим коммуникационную сеть. Можно перейти к цепи Маркова, предположив, что, если у некоторого абонента сети имеется сообщение, то он передает его абоненту, с которым непосредственно связан (в том числе самому себе) и только одному, причем такая передача сообщений происходит с определенной вероятностью. Считая получающуюся цепь Маркова регулярной, Кемени и Снелл предложили измерить значимость абонента $i$ в такой коммуникационной сети, используя компоненту $w_i$ стационарного вероятностного вектора $w$. Вычислить эту меру значимости для произвольной (по вашему выбору) сети коммуникаций (с определенными вероятностями передачи сообщений). Не забыть включить в цепь в подходящих местах петли. Обсудит, является ли $w_i$ подходящей мерой оценки значимости абонентов сети коммуникаций.

4. Техник настраивает радиоаппаратуру на поточной линии, затрачивая в среднем 35 минут на настройку одного прибора. Приборы поступают на настройку со средней интенсивностью 1 прибор в 40 минут. На рабочем месте техника есть три отсека для приборов, ожидающих настройки. Если все отсеки заняты, очередной прибор поступает к другому технику. Определить:

1. вероятность того, что очередной прибор сразу без ожидания будет обслужен техником;
2. вероятность того, что настройки будут ожидать хотя бы 2 прибора;
3. среднее время пребывания прибора в очереди;
4. вероятность того, что прибор перейдет к другому технику.

Охарактеризовать работу техника.

5. Рентгеновский аппарат позволяет обследовать в среднем 7 человек в час. Интенсивность посетителей составляет 5 человек в час. Предполагая стационарный режим работы, определить средние характеристики.

Согласована на портале № 5561

5. Сколько каналов должна иметь СМО с отказами, если $l$=2треб/час, $m$=1треб/час, штраф за каждый отказ составляет 8т.руб., стоимость простоя одной линии – 2т.руб. в час?

**3.3.Темы для самостоятельной работы.**

1) построить СМО отделения Сбербанка;
2) рассмотреть процесс обучения, с точки зрения СМО;
3) изучить методику построения СМО;
4) доказательство достоверности полученных результатов (для систем СМО).

**3.4. Практические занятия**

Решение типовых задач.

1. Междугородный переговорный пункт имеет четыре телефонных аппарата. В среднем за сутки поступает 320 заявок на переговоры. Средняя длительность переговоров составляет 5 мин. Длина очереди не должна превышать 6 абонентов. Потоки заявок и обслуживаний простейшие. Определить характеристики обслуживания переговорного пункта в стационарном режиме (вероятность простоя каналов, вероятность отказа, вероятность обслуживания, среднее число занятых каналов, среднее число заявок в очереди, среднее число заявок в системе, абсолютную пропускную способность, относительную пропускную способность, среднее время заявки в очереди, среднее время заявки в системе, среднее время заявки под обслуживанием).

2. Среднее число вызовов на телефонной станции в течение суток:

| Время (час) | 0 - 6 | 6 - 12 | 12 - 18 | 18 - 24 |
|---|---|---|---|---|
| Число вызовов | 40 | 700 | 400 | **110** |

Определить вероятность того, что за одну минуту поступит 1, 2, 3, 4, 5 вызовов. Принять, что вероятность вызовов пропорциональна времени.

3. В русском языке вероятность того, что после гласной буквы будет следовать гласная, равна 0.128, а вероятность того, что гласная будет следовать после согласной, - 0.663. Составить матрицу переходных вероятностей.

4. Дана матрица переходных вероятностей

$$P_{i,j}=\begin{vmatrix} 0.5 & 0.5 \\ 0.4 & 0.6 \end{vmatrix}$$

Найти матрицу переходных вероятностей за два шага.

**3.5. Вопросы к зачету:**

1. Что понимается под системами массового обслуживания (СМО) и для чего они предназначены? Какие блоки включает схема СМО?
2. Что понимается под характеристикой эффективности работы СМО?
3. Какой процесс называется случайным? Приведите примеры.
4. Какой СП называется марковским?, Приведите примеры.
5. Что представляет собой граф состояний системы?
6. Какая система называется эргодической?
7. Дайте определение СП с дискретным и непрерывным временем.
8. Что называется Марковской цепью?
9. Что собой представляют вероятности состояний?
10. Какая Марковская цепь называется однородной (неоднородной)?
11. Дайте определение вероятностей состояний системы, в которой протекает Марковский случайный процесс с непрерывным временем.

Согласована на портале № 5561

12. Что называется плотностью вероятности перехода системы из состояния в состояние?
13. Дайте определение однородного и неоднородного Марковского дискретного процесса с непрерывным временем.
14. Определите размеченный граф состояний системы, в которой протекает Марковский случайный процесс с непрерывным временем
15. Какова физическая интерпретация предельных вероятностей состояний дискретной Марковской системы с непрерывным временем?
16. Как составляется система линейных алгебраических уравнений с неизвестными предельными вероятностями по матрице плотностей вероятностей перехода?
17. На какие классы делятся СМО в зависимости от характера потоков, числа каналов, дисциплины обслуживания?
18. На какие классы делятся СМО в зависимости от ограничения потока заявок, этапов обслуживания?
19. Как называется модель случайного процесса, протекающего в многоканальной СМО с отказами,
20. Как выглядит размеченный граф для многоканальной СМО с отказами?
21. Какие вероятности состояний СМО называются предельными и какой режим функционирования они характеризуют?
22. Что представляет собой приведенная интенсивности входящего потока и какова единица измерения этого показателя?
23. Перечислите основные предельные характеристики эффективности функционирования n-канальной СМО с отказами.
24. Дайте определение вероятностей состояний системы, в которой протекает Марковский случайный процесс с непрерывным временем.
25. Дайте определение однородного и неоднородного Марковского дискретного процесса с непрерывным временем.
26. Замкнутая многоканальная СМО.
27. Как имитируется расстояние между двумя случайными событиями пуассоновского потока? Как на практике определить интенсивность порождающего потока случайных событий?
28. Как обеспечить требуемый выходной параметр статической модели, управляя входными воздействиями на нее? Напишите алгоритм, нарисуйте схему реализации.
29. Как определить необходимое число итераций в статистическом эксперименте для достижения заданной точности?
30. Как составляется система линейных алгебраических уравнений с неизвестными предельными вероятностями по размеченному графу состояний системы, по матрице плотностей вероятностей перехода?
31. Какие понятия, показатели и параметры описывают систему массового обслуживания? Как построить временную диаграмму имитации работы системы массового обслуживания?
32. Какова физическая интерпретация предельных вероятностей состояний дискретной Марковской системы с непрерывным временем?
33. Многоканальная СМО с ожиданием, ограничением на длину очереди и со взаимопомощью между каналами «все как один».
34. Многоканальная СМО с отказами.
35. Моделирование систем массового обслуживания. Основные понятия. Виды СМО.

Согласована на портале № 5561

## 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

Методические материалы:

1. Конев А.А. Теория массового обслуживания. Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе. Электронный ресурс. Режим доступа http://kibevs.tusur.ru/sites/default/files/pictures/smo_2015.pdf 2015г. – 21с.

Согласована на портале № 5561