


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

**КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ»**


«СОГЛАСОВАНО»

  
Декан факультета ВТ  
Д.А. Перепелкин  
«  »    2020 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по РОПиМД  
А.В. Корячко  
«  »    2020 г.

Заведующий кафедрой ЭВМ  
  
Б.В. Костров  
«  »    2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.13 «Математическое и компьютерное моделирование»**

Направление подготовки

02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Направленность (профиль) подготовки

«Математическое обеспечение и администрирование информационных систем»

Уровень подготовки  
Бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения — очно-заочная

Рязань, 2020 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки России от 23.08.2017 г. № 809.

Разработчик доцент кафедры ЭВМ



Логинов А. А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«11» 06 2020 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой ЭВМ



Б.В. Костров

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью изучения дисциплины** является обучение студентов современным принципам моделирования различных систем в целом и информационных систем в частности, ознакомить с основными положениями теории моделирования и их использованием при решении задач проектирования и исследования вычислительных систем, способствовать развитию логического мышления, формированию научного мировоззрения, развитию системного мышления, содействовать фундаментализации образования, прививать склонность к творчеству.

### Задачи:

- познакомить обучающихся с методами моделирования на ЭВМ при анализе и проектировании различных вычислительных и информационных систем
- познакомить обучающихся с современными средствами компьютерного моделирования;
- показать возможности моделирования для анализа вычислительных систем на этапах их проектирования, модернизации и эксплуатации.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.О.16 «Математическое и компьютерное моделирование» относится к основной части блока Б1 основной образовательной программы подготовки бакалавров направления 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» направленности «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» (в соответствии с учебным планом).

Основой для изучения курса дисциплины «Математическое и компьютерное моделирование» являются знания и умения, соответствующие требованиям при изучении дисциплин: Б1.О.01.10 «Высшая математика», Б1.О.01.14 «Теория вероятностей и математическая статистика», Б1.О.01.11 «Дискретная математика», Б1.О.01.10 «Архитектура ЭВМ и вычислительных систем», Б1.В.04 «Техническое документирование», Б1.В.03 «Объектное моделирование информационных систем», Б1.В.04 «Проектирование моделей данных».

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при изучении дисциплин: Б1.В.05 «Системный анализ», Б1.В.10 «Промышленная разработка программного обеспечения», а также при выполнении Б2.В.01.02(Н) «Научно-исследовательская работа» и Б3.01 «Выполнение и защита выпускной квалификационной работы».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с учебным планом:

### Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Код компетенции	Результаты освоения ОПОП Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2	Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и	<u>Знать:</u> Математические основы компьютерного моделирования Математические методы оценки качества, надежности и эффективности программных

	оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности	продуктов <u>Уметь:</u> Умеет использовать этот аппарат в профессиональной деятельности <u>Владение трудовыми функциями:</u> Имеет навыки применения данного математического аппарата при решении конкретных задач
--	--	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Объём дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов, выделенных на контактную работы обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 зачетные единицы (ЗЕ), 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	50,35
лекции	24
практические занятия	24
лабораторные работы	-
консультации	2
иная контактная работа (промежуточная аттестация)	0,35
2. Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	85
курсовой проект (работа)	-
иная самостоятельная работа	85
3. Контроль	44,65
Вид промежуточной аттестации обучающегося	экзамен

##### 4.2 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Название раздела	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем					Самостоятельная работа обучающихся	Контроль
		Всего	Лекции	Практические занятия	Консультации	Иные виды контактной работы		
Общие вопросы теории моделирования.	22	4	2	2	-	-	12	6
Технологии моделирования.	22	4	2	2	-	-	12	6
Вычислительные и информационные системы как объекты моделирования.	26	8	4	4	-	-	12	6
Случайные процессы и их аналитические модели.	26,5	8,5	4	4	0,5	-	12	6
Модели типовых СМО.	26,5	8,5	4	4	0,5	-	12	6
Аналитическое моделирование вычислительных систем.	27,5	8,5	4	4	0,5	-	12	7
Имитационное моделирование вычислительных систем.	29,15	8,5	4	4	0,5	-	13	7,65

Название раздела	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем					Самостоятельная работа обучающихся	Контроль
		Всего	Лекции	Практические занятия	Консультации	Иные виды контактной работы		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35	-	-	-	0,35	-	-
Итого	180	50,35	24	24	2	0,35	85	44,65

## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

### Тема 1. Общие вопросы моделирования.

**Лекция № 1 (2 часа).** Моделирование как метод научного познания и метод решения технических задач. Требования к модели. Классификация моделей. Этапы моделирования. Постановка цели моделирования. Построение концептуальной модели и ее формализация. Подготовка исходных данных. Разработка математической модели. Характеристика основных средств и методов моделирования, используемых в инженерной практике. Моделирование динамических систем. Языки моделирования. Проверка адекватности модели. Анализ результатов моделирования.

**Практическое занятие № 1 (2 часа).** Построение концептуальной модели. Подготовка исходных данных. Разработка математической модели. Моделирование динамических систем. Проверка адекватности модели.

**Самостоятельная работа № 1 (12 часов).** Изучение конспекта лекций – 4 часа. Изучение методических указаний, подготовка к практическим занятиям – 8 часов.

**Текущий контроль** – устный опрос по результатам усвоения лекционного материала. Контроль результатов усвоения практических навыков. Решение задач на практических занятиях.

### Тема 2. Технология моделирования.

**Лекция № 2 (2 часа).** Планирование экспериментов с моделью. Выбор уровней факторов. Тактическое планирование эксперимента. Методы уменьшения дисперсии оценки. Проблемы начальных условий и конечных эффектов. Обработка и интерпретация результатов эксперимента. Дисперсионный и регрессионный анализ. Интерпретация результатов модельных экспериментов.

**Практическое занятие № 2 (2 часа).** Анализ результатов моделирования. Обработка и интерпретация результатов эксперимента.

**Самостоятельная работа № 2 (12 часов).** Изучение конспекта лекций – 4 часа. Изучение методических указаний, подготовка к практическим занятиям – 8 часов.

**Текущий контроль** – устный опрос по результатам усвоения лекционного материала. Контроль результатов усвоения практических навыков. Решение задач на практических занятиях.

### Тема 3. Вычислительные и информационные системы как объекты моделирования.

**Лекция № 3 (4 часа).** Цель моделирования вычислительных и информационных систем. Уровни моделирования систем. Функциональные характеристики систем.

**Практическое занятие № 3 (4 часа).** Моделирование типовых функциональных устройств вычислительных систем с помощью систем массового обслуживания. Исследование элементов систем моделирования GPSS World на имитационных моделях процессов массового обслуживания, изучение работы симулятора GPSS World, основных операторов и управляющих карт языка GPSS, создание простейших моделей, анализ статистические данные, полученные в результате моделирования.

**Самостоятельная работа № 3 (12 часа).** Изучение конспекта лекций – 6 часов. Изучение методических указаний, подготовка к практическим занятиям – 6 часов.

**Текущий контроль** – устный опрос по результатам усвоения лекционного материала. Контроль результатов усвоения практических навыков. Решение задач на практических занятиях.

#### **Тема 4. Случайные процессы и их аналитические модели.**

**Лекция № 4 (4 часа).** Понятие и классификация случайных процессов. Потоки событий. Их параметры и свойства. Простейший поток событий. Потоки Эрланга. Марковские процессы с дискретным и непрерывным временем.

**Практическое занятие № 4 (4 часа).** Марковские процессы с дискретным и непрерывным временем.

**Самостоятельная работа № 2 (12 часа).** Изучение конспекта лекций – 6 часов. Изучение методических указаний, подготовка к практическим занятиям – 6 часов.

**Текущий контроль** – устный опрос по результатам усвоения лекционного материала. Контроль результатов усвоения практических навыков. Решение задач на практических занятиях.

#### **Тема 5. Модели типовых систем массового обслуживания (СМО).**

**Лекция № 5 (4 часа).** Модели СМО с отказами в обслуживании заявок. Система массового обслуживания с очередью (с ожиданием). Многоканальная СМО. СМО с конечной очередью. Беспriorитетные СМО и СМО с относительными и абсолютными приоритетами с произвольным законом обслуживания. Многофазная СМО.

**Практические занятия № 5 (4 часа).** Методы работы с моделями, изучение методов работы с моделями СМО, способов задания условия окончания моделирования, формирование отчетов, переопределение параметров модели. Расчет основных параметров многоканальных СМО без очереди. Расчет СМО с очередью (с ожиданием). Расчет параметров СМО с конечной очередью. Расчет СМО с относительными и абсолютными приоритетами.

**Самостоятельная работа № 5 (12 часа).** Изучение конспекта лекций – 6 часов. Изучение методических указаний, подготовка к практическим занятиям – 6 часов.

**Текущий контроль** – устный опрос по результатам усвоения лекционного материала. Контроль результатов усвоения практических навыков. Решение задач на практических занятиях.

#### **Тема 6 Аналитическое моделирование вычислительных систем.**

**Лекция № 6 (4 часа).** Основные модели, используемых при анализе ВС. Моделирование ВС стохастическими сетями массового обслуживания. Разомкнутые и замкнутые стохастические сети.

**Практические занятия № 6 (4 часа).** Расчет параметров стохастических сетей.

**Самостоятельная работа № 6 (12 часа).** Изучение конспекта лекций – 6 часов. Изучение методических указаний, подготовка к практическим занятиям – 6 часов.

**Текущий контроль** – устный опрос по результатам усвоения лекционного материала. Контроль результатов усвоения практических навыков. Решение задач на практических занятиях.

#### **Тема 7. Имитационное моделирование вычислительных систем.**

**Лекция № 7 (4 часа).** Логика работы системы имитационного моделирования GPSS. Основные элементы GPSS. Структура имитационной модели. Способы формализации объектов моделирования. Способы реализации квазипараллелизма.

**Практические занятия № 7 (4 часа).** Характеристики простейшей СМО, изучение и сравнение характеристик простейшей СМО. Многоканальные СМО, сравнение характеристик

многоканальных СМО, моделирующих параллельные вычисления. Расчет параметров СМО с конечной очередью. Расчет СМО с относительными и абсолютными приоритетами.

**Самостоятельная работа № 7 (13 часа).** Изучение конспекта лекций – 6 часов. Изучение методических указаний, подготовка к практическим занятиям – 7 часов.

**Текущий контроль** – устный опрос по результатам усвоения лекционного материала. Контроль результатов усвоения практических навыков. Решение задач на практических занятиях.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом, в соответствии с учебным планом.

Экзамен проводится в соответствии с руководящим документом «Положение о промежуточной аттестации» от 13.04.2016 г.

## **5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Математическое и компьютерное моделирование»).

## **6 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Для обеспечения самостоятельной работы студентам предоставляются методические указания, входящие в состав учебно-методических ресурсов ОПОП:

### **Методические указания**

- 1) Гринченко Н.Н., Конкин Ю.В. Разработка моделей информационных систем на языке UML: учеб. пособие / РГРТУ. - Рязань, 2015. - 48с
- 2) Золотарев В.В. Компьютерное моделирование. Учеб. пособие. Рязань, РГРТУ, 2008. - 53с.
- 3) Пегат А. Нечеткое моделирование и управление: пер. с англ. 2-е изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 798 с.
- 4) Бехтин Ю.С. Моделирование систем: имитационное моделирование : учеб. пособие / РГРТУ. - Рязань, 2010. - 64с.
- 5) Моделирование: Методические указания к курсовой работе / Рязан. гос. радиотехн. акад.; Сост. Т.А. Оборина, Т.И. Калинкина. Рязань, 2004. – 32 с.

## **7 ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Рекомендуемая литература**

#### **а) основная:**

1) Салмина Н.Ю. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Ю. Салмина. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2015. — 118 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70012.html>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю (дата обращения: 12.05.2016);

2) Черняева С.Н. Имитационное моделирование систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Черняева, В.В. Денисенко. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 96 с. — 978-5-00032-180-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/50630.html>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю (дата обращения: 12.12.2016);

3) Тупик Н.В. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Тупик. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2013. — 230 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13016.html>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю (дата обращения: 12.05.2016);

4) Боев В.Д. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] / В.Д. Боев, Р.П. Сышченко. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 525 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73655.html>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю (дата обращения: 12.12.2016);

5) Элементы имитационного моделирования процессов функционирования информационно-вычислительных систем [Электронный ресурс] : практикум по дисциплине Архитектура вычислительных систем / . — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2014. — 8 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63376.html>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю (дата обращения: 12.05.2016)

6) Карташевский В.Г. Задачник по курсу основы теории массового обслуживания [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Карташевский, Н.В. Киреева, Л.Р. Чупахина. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 121 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75373.html>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю (дата обращения: 15.11.2017);

7) Замятина О.М. Моделирование сетей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Замятина О.М.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2012.— 160 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34683>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю (дата обращения: 12.05.2016);

б) дополнительная:

1) Журавлева Т.Ю. Практикум по дисциплине «Имитационное моделирование» [Электронный ресурс] / Т.Ю. Журавлева. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2015. — 35 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27380.html>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю (дата обращения: 12.05.2016);

2) Афонин В.В. Моделирование систем [Электронный ресурс] / В.В. Афонин, С.А. Федосин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 269 с. — 978-5-9963-0352-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52179.html>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю (дата обращения: 12.12.2016);

3) Акамсина, А.В. Лемешкин, Ю.С. Сербулов. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 67 с. — 978-5-89040-581-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59118.html>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю (дата обращения: 12.12.2016);

4) Золотарев В.В. Компьютерное моделирование. Учеб. пособие. Рязань, РГРТУ, 2008. - 53с.  
Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю (дата обращения: 12.05.2016).

## **8 ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам:



Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

## **9 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина предусматривает лекции и практические занятия каждую неделю. Изучение дисциплины завершается экзаменом.

Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, выполнения и сдачи всех лабораторных работ, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

### **Указания в рамках лекций**

Во время лекции студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающимся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

### **Указания в рамках практических (семинарских) занятий**

Практические (семинарские) занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий – формирование у студентов аналитического и творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса. Содержание практических занятий фиксируется в рабочей программе дисциплины в разделе 4.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении – пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов – решение задач, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

- стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;
- закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;
- расширяют объем профессионально значимых знаний, умений и навыков;
- позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;
- прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;
- способствуют свободному оперированию терминологией;
- представляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к практическим (семинарским) занятиям необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме, а так же подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (с помощью офисного пакета Open Office или другом редакторе доступном студенту). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (анализ задачи, найденные пути решения, поясняющие схемы, диаграммы, графики, таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы по проделанной работе и т.д.). Примерный образец оформления отчета предоставляется студентам в виде раздаточных материалов или прилагается к рабочей программе дисциплины.

За 10 минут до окончания занятия преподаватель проверяет объем выполненной за занятие работы и отмечает результат в рабочем журнале. Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

#### **Указания в рамках подготовки к промежуточной аттестации**

При подготовке к экзамену в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий, слайдов и другого раздаточного материала предусмотренного рабочей программой дисциплины, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей рабочей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольку типовых задач из каждой темы (в том случае если тема предусматривает решение задач). При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

#### **Указания в рамках самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения самостоятельной работы студентов готовятся преподавателем и выдаются студентам в виде раздаточных материалов или оформляются в виде электронного ресурса используемого в рамках системы дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ».

### **10 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

Для проведения лекционных и практических занятий требуется рабочее место, оборудованное письменным столом.

Для подготовки проведения практических занятий и при проведении практических занятий используется программное обеспечение:

- 1) Операционная система Windows XP Professional (лицензия Microsoft DreamSpark Membership ID 700102019);
- 2) Open Office (лицензия Apache License, Version 2.0).
- 3) Свободно распространяемое программное обеспечение: Система моделирования GPSS World Student Version (лицензия GPSS World(tm) Student License Agreement 5.2).

### **11 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

#### **Лекционные занятия:**

- 1) Аудитория с доской.
- 2) При наличии может быть использован мультимедиа-проектор.

**Практические занятия:**

- 1) Аудитория с доской.
- 2) При наличии может быть использован мультимедиа-проектор.
- 3) Класс ПЭВМ на базе процессоров Intel или аналогичных, 1024 Мб RAM.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ»

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

по дисциплине

**Б1.О.16 «Математическое и компьютерное моделирование»**

Направление подготовки

02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование  
информационных систем

Направленность (профиль) подготовки

«Математическое обеспечение и администрирование информационных  
систем»

Уровень подготовки

Бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очно-заочная

Рязань 2020 г.

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной профессиональной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной профессиональной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общепрофессиональных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

### **1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования**

При освоении дисциплины формируются следующая компетенция ОПК-2.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами (в соответствии с видами проводимых занятий):

- 1) формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);
- 2) приобретение и развитие практических умений предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа студентов);
- 3) закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе решения конкретных задач на практических занятиях, в ходе выполнения и сдачи лабораторных работ, а так же в процессе сдачи экзамена.

### **2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- 1) пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- 2) продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенций по завершении освоения дисциплины;
- 3) эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенций и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний умений и навыков – на пороговом уровне. При освоении менее 40% приведенных знаний, умений и навыков компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

**Уровень сформированности** каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлено различными видами оценочных средств.

Оценке сформированности в рамках данной дисциплины подлежит компетенция:

ОПК-2 Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности.

Преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим занятиям. Кроме того, преподавателем учитываются ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле:

- контрольные опросы;
- задания по практическим занятиям.

Принимается во внимание;

**знание** обучающимися: математических основ компьютерного моделирования, математических методов оценки качества, надежности и эффективности программных продуктов (ОПК-2);

наличие **умений** использовать этот аппарат в профессиональной деятельности(ОПК-2);

владение **трудовыми функциями**: имеет навыки применения данного математического аппарата при решении конкретных задач (ОПК-2).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе проведения лабораторных работ, практических занятий, контрольных опросов (ОПК-2 «Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности):

- 41%-60% правильных ответов соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования;
- 61%-80% правильных ответов соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования;
- 81%-100% правильных ответов соответствует эталонному уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования.

Сформированность уровня компетенций не менее порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в ФГБОУ ВО «РГРТУ» четырёхбалльной системе: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично».

Критерии оценивания промежуточной аттестации:

– **оценки «отлично»** заслуживает студент, продемонстрировавший всестороннее, систематическое и глубокое понимание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание;

– **оценки «хорошо»** заслуживает студент, продемонстрировавший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполнивший предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практическое задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки;

– **оценки «удовлетворительно»** заслуживает студент, продемонстрировавший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустивший погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания того же раздела дисциплины;

**оценки «неудовлетворительно»** заслуживает студент, продемонстрировавший серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустивший принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответивший на все вопросы билета и

дополнительные вопросы и неправильно выполнивший практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закрепленных за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

### **3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Типовые задания в рамках самостоятельной работы студентов** для укрепления теоретических знаний, развития умений и навыков, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной:

1. Цели и задачи моделирования.
2. Классификация моделей.
3. Этапы моделирования.
4. Верификация моделей.
5. Аналитическое моделирование.
6. Потоки событий.
7. Случайные процессы
8. Типовые СМО.
9. Имитационное моделирование.
10. Основы системы моделирования GPSS
11. Обработка результатов экспериментальных исследований.
12. Моделирование вычислительных систем на базе СМО.

Список **типовых контрольных вопросов** для оценки уровня сформированности знаний, умений и навыков, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной:

1. Сформулируйте основные понятия процесса моделирования.
2. Раскройте значение моделирования.
3. Назовите цели построения математических моделей.
4. Укажите место имитационное моделирования в составе математических методов.
5. Сформулируйте границы аналитических методов моделирования.
6. Назовите особенности методов имитационного моделирования.
7. Назовите отличия статического и динамического представление моделируемой системы.
8. Сформулируйте порядок построения имитационной модели и её исследования.
9. Представьте вычислительную систему как объект моделирования.
10. Дайте классификацию моделей.
11. Назовите этапы моделирования.
12. Укажите основные этапы процесса моделирования.
13. Каким образом оценивается адекватность модели.
14. Каков порядок проведения экспериментирования с использованием имитационной модели.
15. Сформулируйте требования, предъявляемые к модели.
16. Назовите отличия особенности аналитическое моделирование.
17. Дайте определение потока заявок и перечислите свойства потоков.
18. Перечислите типовые системы массового обслуживания

19. Дайте определение стохастических сетей и приведите примеры их использования для моделирования сложных объектов.
20. Назовите принципы реализации квазипараллелизма при имитационном моделировании.

**Задачи** по приобретению и развитию практических умений предусмотренных компетенциями, знаний, закрепленными за дисциплиной (примеры заданий к практическим занятиям):

#### ***Задание 1***

Изложить логику работы системы имитационного моделирования GPSS.

#### ***Критерии выполнения задания 1***

Задание считается выполненным, если: обучающийся на основе знаний об основных ключевых операторах GPSS излагает порядок продвижения транзактов в имитационной модели в цепи текущих событий, изменения модельного времени и переход транзактов из цепи будущих событий в цепь текущих событий.

#### ***Задание 2***

Изложить назначение операторов GENERATE, TERMINATE, START системы имитационного моделирования GPSS и назначение их параметров.

#### ***Критерии выполнения задания 2***

Задание считается выполненным, если: обучающийся приводит примеры использования операторов GENERATE, TERMINATE, START и описывает назначение их параметров.

#### ***Задание 3***

Изложить назначение операторов TRANSFER, TEST системы имитационного моделирования GPSS и назначение их параметров.

#### ***Критерии выполнения задания 3***

Задание считается выполненным, если: обучающийся приводит примеры использования оператора TEST описывает назначение его параметров, а также приводит примеры использования оператора TRANSFER для условного и безусловного движения транзактов и описывает назначение его параметров.

#### ***Задание 4***

Привести примеры использования операторов системы имитационного моделирования GPSS связанных с представлением модели аппаратного объекта типа «одноканальное устройство» и изложить назначение их параметров.

#### ***Критерии выполнения задания 4***

Задание считается выполненным, если: обучающийся приводит примеры использования операторов связанных с представлением модели аппаратного объекта типа «одноканальное устройство» и излагает назначение их параметров.

#### ***Задание 5***

Привести примеры использования операторов системы имитационного моделирования GPSS связанных с представлением модели аппаратного объекта типа «многоканальное устройство» и изложить назначение их параметров.

#### ***Критерии выполнения задания 5***

Задание считается выполненным, если: обучающийся приводит примеры использования операторов связанных с представлением модели аппаратного объекта типа «многоканальное устройство», включая оператор STORAGE, и излагает назначение их параметров.



**Задание 6**

Привести примеры использования операторов системы имитационного моделирования GPSS связанных со сбором статистической информации об очередях и изложить особенности их применения.

**Критерии выполнения задания 6**

Задание считается выполненным, если: обучающийся приводит примеры использования операторов связанных со сбором статистической информации об очередях и излагает особенности их применения.

**Задание 7**

Изложить назначение операторов TABLE и TABULATE системы имитационного моделирования GPSS и назначение их параметров.

**Критерии выполнения задания 7**

Задание считается выполненным, если: обучающийся приводит примеры использования операторов TABLE и TABULATE и описывает назначение их параметров.

**Задание 8**

Изложить значение полей в файле отчета для очередей, устройств и таблиц системы имитационного моделирования GPSS.

**Критерии выполнения задания 8**

Задание считается выполненным, если: обучающийся излагает значение полей в файле отчета для очередей, устройств и таблиц.

**Задание 9**

Привести примеры использования операторов системы имитационного моделирования GPSS связанных с изменением приоритетов и маршрута движения транзактов.

**Критерии выполнения задания 9**

Задание считается выполненным, если: обучающийся приводит примеры использования операторов связанных с изменением приоритетов и маршрута движения транзактов.

**Задание 10**

Изложить способы окончания моделирования в системе имитационного моделирования GPSS.

**Критерии выполнения задания 10**

Задание считается выполненным, если: обучающийся излагает хотя бы один способ окончания моделирования.

**Задание 11**

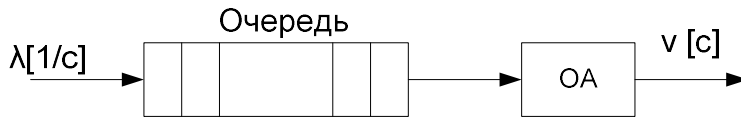
Решить одну из перечисленных ниже задач 1..17 по указанию преподавателя.

1. Для стационарного потока событий с  $\lambda = 1$  [1/с] найти вероятности, что за интервал  $\tau = 1$  с а) не произойдет ни 1-го события, б) произойдет более одного, в) произойдет ровно 1 событие.
2. Для простейшего потока событий вычислить вероятность появления интервала, значение которого меньше математического ожидания случайного интервала между событиями  $\bar{\tau}$ .
3. Вычислительная система, может находиться в двух состояниях:  $S_0$  - ожидание,  $S_1$  - состояние счета, при этом вероятности перехода заданы матрицей  $P = \begin{bmatrix} 0.8 & 0.2 \\ 0.1 & 0.9 \end{bmatrix}$ .

Найти вероятности нахождения системы в каждом из состояний в установившемся режиме.

4. Вычислительная система без резервирования состоит из одной ЭВМ. Среднее время безотказной работы 1000 часов, среднее время ремонта отказавшей ЭВМ 10 часов. Найти вероятность нахождения системы в неисправном состоянии.
5. Вычислительная система с двухкратным резервированием, т.е. система работает, пока работает хотя бы одна ЭВМ из двух. Среднее время безотказной работы каждой ЭВМ 1000 часов, среднее время ремонта отказавшей ЭВМ 10 часов. При отказе обеих машин, они ремонтируются параллельно двумя бригадами. Найти вероятность нахождения системы в неисправном состоянии.
6. Специализированная ЭВМ пункта противовоздушной обороны имеет 3 независимых канала наведения ракет на цели, каждый канал может наводить одну ракету. Среднее время наведения  $\bar{v} = 3$  минуты, время наведения случайно и распределено по экспоненциальному закону. Поток целей так же случайный и простейший с интенсивностью  $\lambda = 1 \frac{\text{цель}}{\text{мин}}$ . Данному примеру соответствует СМО М/М/3/0 с отказами в обслуживании, так как цель, появившаяся в момент занятости всех каналов, остается не атакованной, т.е. не обслуженной. Найти все основные характеристики данной СМО.

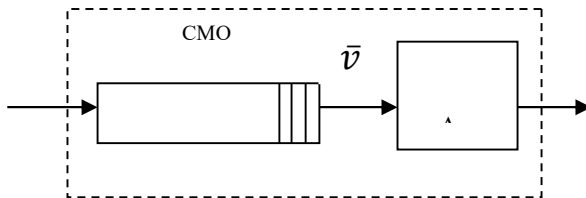
7. СМО М/М/1



$$\lambda = 0.01 [1/c], v = 80 [м/с], \bar{T} = \frac{1}{\lambda} = 100c$$

Требуется найти  $\bar{w}, \bar{l}$ .

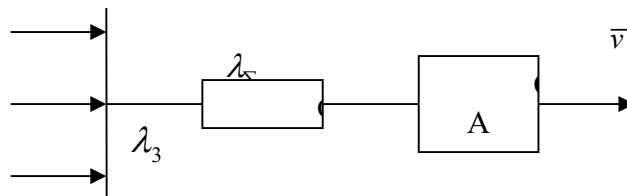
8. Для простейшей СМО М/М/1 известно  $\lambda$  или  $T_{cp}$ ,  $\mu$  или  $\bar{v}$ . Найти  $\bar{W}, \bar{u}, \bar{m}, \bar{l}$ .



9. Каково условие стационарной работы СМО М/М/n при заданных  $\lambda$  или  $T_{cp}$ ,  $\mu$  или  $\bar{v}$ ?

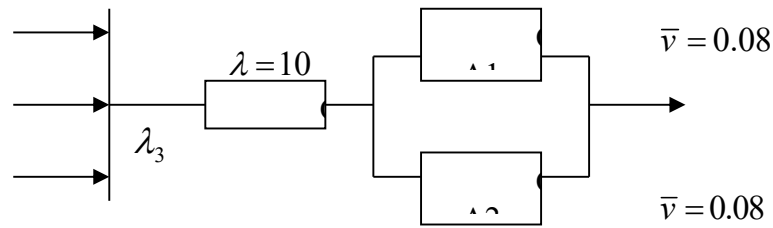
10. СМО М/М/1. Быстродействие ОА:  $B = 10^6 \frac{on}{c}$ ; средняя трудоемкость одной заявки,

проходящей через систему  $\bar{\theta} = 8 * 10^6 on$ ;  $\lambda_1 = 2 \frac{1}{c}$ ;  $\lambda_2 = 5 \frac{1}{c}$ ;  $\lambda_3 = 3 \frac{1}{c}$ ; Найти все основные



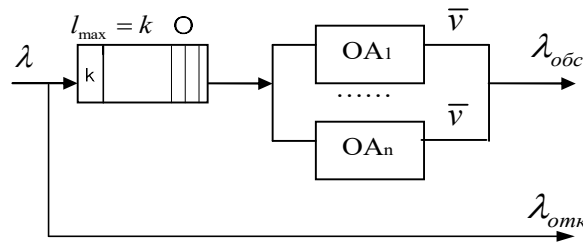
характеристики СМО: среднее время обслуживания, коэффициент загрузки, среднее время ожидания в очереди и пребывания в СМО, среднюю длину очереди и коэффициент мультипрограммирования.

11. Для СМО М/М/2,



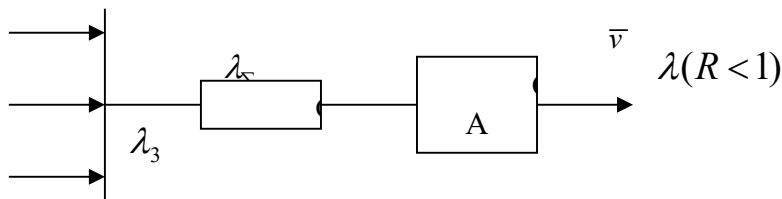
имеющей те же исходные данные, что и в задаче 10, найти основные характеристики СМО: среднее время обслуживания, коэффициент загрузки, среднее время ожидания в очереди и пребывания в СМО, среднюю длины очереди и коэффициент мультипрограммирования.

12. Для СМО М/М/п с конечной очередью длиной k:



найти основные характеристики:  $\bar{w}, \bar{l}, \rho, k, \bar{m}, \bar{u}$  -?  $\lambda_{отк}, \lambda_{обс}, P_{отк}, P_{обс}$  -?

13. Для СМО М/G/1 с безприоритетной дисциплиной обслуживания

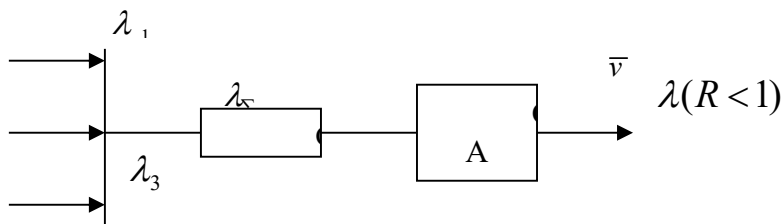


с исходными данными:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 2; \bar{v}_1 = 0.1; \gamma_1 = 0; \\ \lambda_2 &= 5; \bar{v}_2 = 0.06; \gamma_2 = 1; \\ \lambda_3 &= 3; \bar{v}_3 = 0.1; \gamma_3 = 2. \end{aligned}$$

найти основные характеристики СМО: среднее время ожидания в очереди и пребывания в СМО в среднем по всем трем потокам и по каждому в отдельности. Найти общие и отдельные по каждому потоку длины очереди и коэффициенты мультипрограммирования. Найти среднее по СМО время обслуживания.

14. Для СМО М/G/1 с относительными приоритетами



с исходными данными:

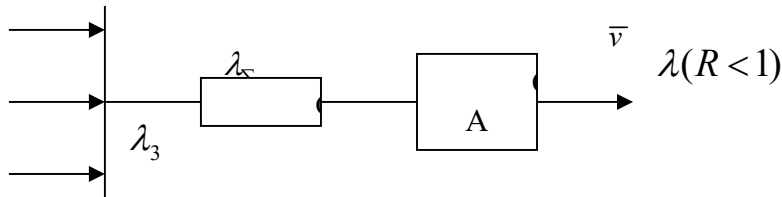
$$\lambda_1 = 2; \bar{v}_1 = 0.1; \gamma_1 = 0;$$

$$\lambda_2 = 5; \bar{v}_2 = 0.06; \gamma_2 = 1;$$

$$\lambda_3 = 3; \bar{v}_3 = 0.1; \gamma_3 = 2.$$

найти основные характеристики СМО: среднее время ожидания в очереди и пребывания в СМО в среднем по всем трем потокам и по каждому в отдельности. Найти общие и отдельные по каждому потоку длины очереди и коэффициенты мультипрограммирования. Найти среднее по СМО время обслуживания.

15. Для СМО M/G/1 с абсолютными приоритетами



с исходными данными:

$$\lambda_1 = 2; \bar{v}_1 = 0.1; \gamma_1 = 0;$$

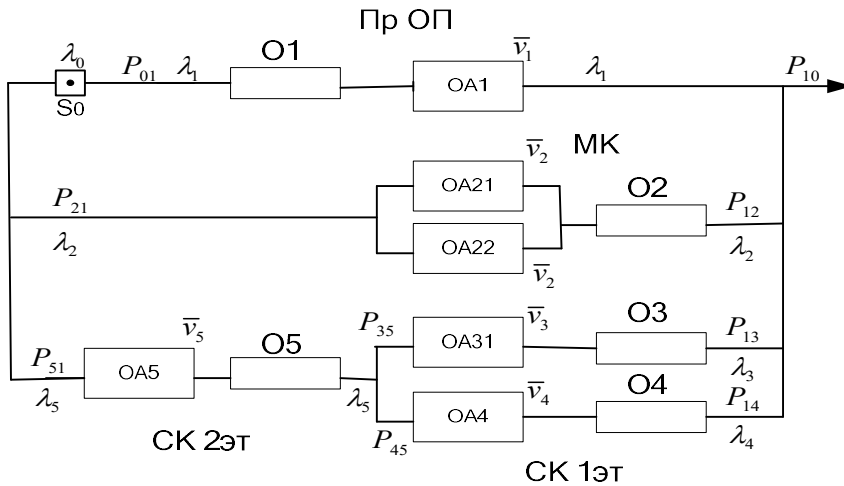
$$\lambda_2 = 5; \bar{v}_2 = 0.06; \gamma_2 = 1;$$

$$\lambda_3 = 3; \bar{v}_3 = 0.1; \gamma_3 = 2.$$

найти основные характеристики СМО: среднее время ожидания в очереди и пребывания в СМО в среднем по всем трем потокам и по каждому в отдельности. Найти общие и отдельные по каждому потоку длины очереди и коэффициенты мультипрограммирования. Найти среднее по СМО время обслуживания.

16. Проверить закон Клейнрока для СМО из задач 13, 14 и 15.

17. Для стохастической модели вычислительной системы составить систему уравнений для нахождения интенсивностей потоков на входе каждого отдельного СМО.



**Критерии выполнения задания 11**

Задание считается выполненным, если: обучающийся на основе знаний об основных аналитических моделях систем массового обслуживания как основы моделирования вычислительных систем правильно и полно ответит на вопросы, заданные в соответствующей задаче.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и навыков, предусмотренных компетенциями (**вопросы к экзамену**):

- 1 Моделирование как метод познания и метод решения технических задач. Области применения моделирования
- 2 Требования к модели. Классификация моделей
- 3 Этапы моделирования
- 4 Калибровка модели
- 5 Моделирование вычислительных и информационных систем. Цель и уровни моделирования
- 6 Моделирование вычислительных систем, представленных стохастическими сетями массового обслуживания
- 7 Разомкнутые стохастические сети. Замкнутые стохастические сети.
- 8 Основы имитационного моделирования.
- 9 Структура имитационной модели.
- 10 Способы формализации объектов моделирования в имитационных моделях.
- 11 Способы реализации квазипараллелизма.
- 12 Логика работы системы имитационного моделирования GPSS.
- 13 Простейшие модели в системе имитационного моделирования GPSS.
- 14 Понятие и классификация случайных процессов
- 15 Потоки событий и их свойства
- 16 Простейший поток событий
- 17 Потоки Эрланга
- 18 Марковские процессы. Марковские процессы с дискретным временем
- 19 Марковские процессы с непрерывным временем
- 20 Классификация СМО. Методика определения основных характеристик СМО.
- 21 СМО с отказами в обслуживании заявок (многоканальная СМО без очереди)
- 22 СМО с очередями (с ожиданием обслуживания). СМО М/М/1
- 23 Графическая иллюстрация основных зависимостей СМО М/М/1. Дисперсия основных характеристик СМО
- 24 СМО М/М/n (многоканальная СМО с очередью)
- 25 Сравнение СМО М/М/n с неизменной суммарной производительностью
- 26 СМО М/М/n/m с конечной очередью. Формула гибели и размножения. Многофазное СМО
- 27 СМО М/G/1 с заявками N типов
- 28 СМО с приоритетными дисциплинами обслуживания. СМО М/G/1 с относительными приоритетами
- 29 СМО М/G/1 с абсолютными приоритетами
- 30 Закон сохранения среднего времени ожидания (закон Л. Клейнрока)

#### **4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в рамках данной дисциплины, изложены в методических рекомендациях по выполнению заданий на самостоятельную работу, подготовке к практическим занятиям, подготовке и проведению экзамена, а также в методических указаниях к лабораторным работам.

Фонд оценочных средств входит в состав рабочей программы дисциплины Б1.О.13 «Математическое и компьютерное моделирование», направление подготовки – 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» направленности (профиль) «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем».