

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

**Наименование образовательной программы: Вычислительно-измерительные системы**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Моделирование**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Балашов В. Н.
	Идентификатор	Rc6b64c0e-BalashovVN-d2bc1496

(подпись)

В.Н. Балашов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Серов Н.А.
	Идентификатор	R708da564-SerovNA-06ab7859

(подпись)

Н.А. Серов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Желбаков И.Н.
	Идентификатор	R839a3a63-ZhelbakovIN-f73624c

(подпись)

И.Н.

Желбаков

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности

ИД-2 Демонстрирует знание принципов построения вычислительных машин, систем и сетей, методов оценки их функционирования

ИД-3 Производит оценку влияния применяемых технических решений на общее функционирование системы

ИД-4 Применяет методы моделирования и осуществляет анализ результатов для моделирования работы вычислительных систем и сетей ЭВМ

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Моделирование систем массового обслуживания. (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Методы моделирование. Тестирование (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Разработка модели генератора случайных чисел с заданным законом распределения. (Проверочная работа)

2. Разработка модели генератора случайных чисел с равномерным законом распределения (Проверочная работа)

## БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Методы и этапы моделирования					
Моделирование и модели		+	+	+	
Модели систем массового обслуживания					
Моделирование систем массового обслуживания				+	
Имитационное моделирование					

Имитационное моделирование систем массового обслуживания				+
Вес КМ:	5	20	25	50

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание принципов построения вычислительных машин, систем и сетей, методов оценки их функционирования	Знать: порядок разработки моделей компонентов информационных систем Порядок построения моделей на основе теории и применении программных средств	Методы моделирование. Тестирование (Тестирование) Разработка модели генератора случайных чисел с равномерным законом распределения (Проверочная работа) Разработка модели генератора случайных чисел с заданным законом распределения. (Проверочная работа)
ПК-1	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Производит оценку влияния применяемых технических решений на общее функционирование системы	Уметь: разрабатывать модели компонентов информационных систем	Моделирование систем массового обслуживания. (Лабораторная работа)
ПК-1	ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Применяет методы моделирования и осуществляет анализ результатов для моделирования работы вычислительных систем и сетей ЭВМ	Уметь: Разрабатывать программные реализации математических и имитационных моделей	Моделирование систем массового обслуживания. (Лабораторная работа)

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Методы моделирование. Тестирование

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется тест по разделу "Методы моделирования". Способы организации контроля: - **ОЧНЫЙ**, путем раздачи студентам во время групповых занятий печатных вариантов теста или в компьютерном классе путем выдачи теста на экране компьютера; - **ДИСТАНЦИОННЫЙ**, путем рассылки электронных писем с тестом на электронный адрес студента в почте МЭИ и возвратом ответов на тест на электронный адрес преподавателя в почте МЭИ.

#### **Краткое содержание задания:**

Формирование и развитие базовых знаний по методам математического моделирования и основам теории систем массового обслуживания (СМО).

#### **Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: Порядок построения моделей на основе теории и применении программных средств</p>	<p>1. Моделирование – это:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) процесс замены реального объекта моделью, отражающей основные признаки объекта с точки зрения цели моделирования;</li><li>б) процесс выявления основных свойств реального объекта;</li><li>в) процесс демонстрации моделей одежды;</li><li>г) процесс формализации конкретной задачи. Ответ а)</li></ul> <p>2. Модель – это:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) описание объекта моделирования другими средствами;</li><li>б) новый объект, отражающий основные свойства объекта моделирования;</li><li>в) новый объект, отражающий основные свойства объекта моделирования с точки зрения цели моделирования;</li><li>г) новый объект, отражающий все свойства объекта моделирования. Ответ в)</li></ul> <p>3. Для реального объекта моделирования можно создать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) одну модель, отражающую все свойства объекта;</li><li>б) одну модель, являющуюся информационной копией объекта;</li><li>в) несколько моделей, каждая из которых отражает отдельные свойства объекта;</li><li>г) вопрос не точный. Ответ в)</li></ul> <p>4. Укажите объекты, являющиеся математическими моделями:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) правила дорожного движения;</li></ul>
--	---

	б) уравнение второго закона Ньютона; в) инструкция по эксплуатации компьютера; г) инструкция по сборке мебели. Ответ б)
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

**КМ-2. Разработка модели генератора случайных чисел с равномерным законом распределения**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** При ОЧНОМ обучении проводится письменное тестирование. Допускается дополнительная проверка знаний при помощи устных вопросов. При ДИСТАНЦИОННОМ обучении проводится рассылка электронных писем с тестом на электронный адрес студента в почте МЭИ и возвратом ответов на тест на электронный адрес преподавателя в почте МЭИ.

**Краткое содержание задания:**

Проверяется знание теоретического материала по разделу “Разработка математической модели генератора случайных чисел с равномерным законом распределения”

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: порядок разработки моделей информационных систем разработки компонентов</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нарисуйте функцию распределения вероятностей для равномерного распределения на отрезке <math>[a, b]</math></li> <li>2. Нарисуйте вид гистограммы для числа сгенерированных случайных чисел, попадающих в каждый столбец гистограммы при проведении численного моделирования</li> <li>3. Нарисуйте вид гистограммы для теоретического числа случайных чисел, попадающих в каждый столбец гистограммы при проведении численного моделирования</li> <li>4. Приведите примеры источников строго случайных чисел?</li> <li>5. Расскажите свойства последовательности псевдослучайных чисел. Что означает периодическая и аperiodическая части последовательности?</li> </ol>
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

### **КМ-3. Разработка модели генератора случайных чисел с заданным законом распределения.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** При ОЧНОМ обучении проводится письменное тестирование. Допускается дополнительная проверка знаний при помощи устных вопросов. При ДИСТАНЦИОННОМ обучении проводится рассылка электронных писем с тестом на электронный адрес студента в почте МЭИ и возвратом ответов на тест на электронный адрес преподавателя в почте МЭИ.

#### **Краткое содержание задания:**

Изучение методов "Обратной функции" и "Режекции" при реализации алгоритма получения последовательности случайных чисел с заданным законом распределения.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: порядок разработки моделей информационных систем компонентов	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Напишите формулы метода "Обратной функции" для получения последовательности случайных чисел с заданным законом распределения. Расскажите работу этого метода.</li><li>2. Напишите алгоритм метода "Режекции" для получения последовательности случайных чисел с заданным законом распределения. Расскажите работу этого метода.</li><li>3. Нарисуйте заданную функцию распределения плотности вероятностей на отрезке <math>[a, b]</math>. Определите высоту <math>h</math> для этого варианта.</li><li>4. Нарисуйте гистограмму для теоретического числа случайных чисел, которые должны попасть в каждый отрезок разбиения отрезка <math>[a, b]</math> на <math>n</math> частей. Как рассчитать высоту столбцов теоретической гистограммы?</li><li>5. Запишите алгоритм метода "Обратной функции" и расскажите его работу.</li></ol>
---	---

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

### **КМ-4. Моделирование систем массового обслуживания.**

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 50



**Процедура проведения контрольного мероприятия:** При ОЧНОЙ форме проводится устный опрос студентов и выставление оценки: Допущен или Не допущен к выполнению лабораторной работы. При ДИСТАНЦИОННОЙ форме обучения проводится рассылка электронных писем с тестом на электронный адрес студента в почте МЭИ и возвратом ответов на тест на электронный адрес преподавателя в почте МЭИ.

**Краткое содержание задания:**

Для заданного варианта СМО записать список Состояний, нарисовать граф Состояний СМО и записать систему уравнений Колмогорова. Рассказать алгоритмы имитационного моделирования СМО по “Особым состояниям” и по “Матрице переходных интенсивностей”.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: разрабатывать модели компонентов информационных систем</p>	<p>1.Расскажите методику проведения вычислительного эксперимента, позволяющую показать, что модель генератора случайных чисел создает поток чисел с равномерным законом распределения вероятностей. 2.Расскажите методику проведения вычислительного эксперимента, позволяющую оценить согласие между заданным и экспериментальным законами распределения потоков случайных чисел по критерию Пирсона.</p>
<p>Уметь: Разрабатывать программные реализации математических и имитационных моделей</p>	<p>1.Изложите основные шаги алгоритма имитационного моделирования “по событиям” на конкретном примере. Как происходят переходы по ветвям алгоритма в процессе моделирования? 2.Расскажите методику проведения вычислительного эксперимента, позволяющую определить длину периода последовательности случайных чисел, создаваемой генератором</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

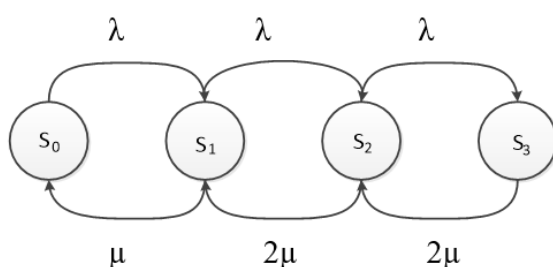
## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Перечислите основные типы моделей реальных объектов
2. Сколько каналов обслуживания и мест в очереди имеет СМО со следующим графом?
- 3.



3. Как связано реальное и модельное время в процессе имитационного моделирования

### Процедура проведения

Зачет с оценкой проводится **ОЧНОЙ** форме для одной группы студентов в аудитории. Студент выбирает один из 20 билетов. Билет содержит 3 вопроса. Время на подготовку ответов - 30 мин. Студент отвечает на вопросы устно по подготовленному письменному материалу. Преподаватель оценивает правильность ответов и при необходимости задает дополнительные вопросы. По окончании ответа преподаватель выставляет оценку. Возможно **ДИСТАНЦИОННОЕ** проведение зачета в письменной форме. Студент получает именной тест по электронной почте МЭИ на адрес студента в почте МЭИ. Ответ в письменной форме присылается на электронный адрес преподавателя в почте МЭИ. Контроль времени на ответ проводится по часам электронной почты МЭИ. Возможна рукописная подготовка ответа студентом. Рукописные ответы сканируются или фотографируются с достаточным качеством и пересылаются преподавателю в стандартных растровых форматах.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

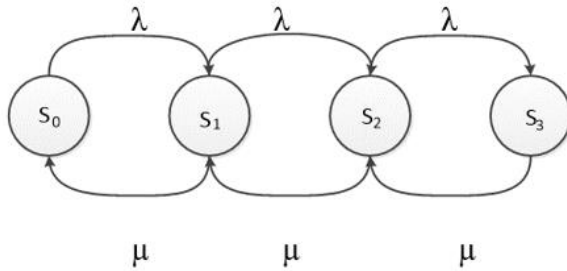
**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-1 Демонстрирует знание принципов построения вычислительных машин, систем и сетей, методов оценки их функционирования

### Вопросы, задания

1. Сформулируйте понятие “Моделирование” как метод изучения свойств реального объекта
2. Сформулируйте связь между понятием “Цель моделирования” и свойствами модели, выделенными из свойств реального объекта моделирования
3. Перечислите основные типы моделей реальных объектов
4. Приведите пример модели одноканальной Системы массового обслуживания (СМО) на основе списка состояний. Нарисуйте граф состояний СМО, соответствующий

выбранному примеру. Укажите состояния, соответствующие "Простою" и "Отказу в обслуживании".

5. Чему равно среднее число заявок, находящихся в СМО со следующим графом переходов:



### Материалы для проверки остаточных знаний

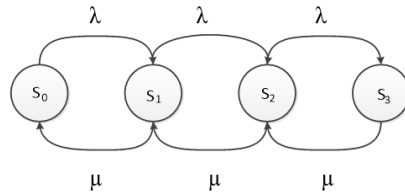
1. Сколько моделей можно построить для одного реального объекта моделирования.

Ответы:

1). одну модель; 2). несколько моделей;

Верный ответ: 2

2. Будет ли работать СМО со следующим графом переходов



если  $\lambda = 1$  1/с,  $\mu = 2$  1/с.

Ответы:

1). Будет работать; 2). Не будет работать

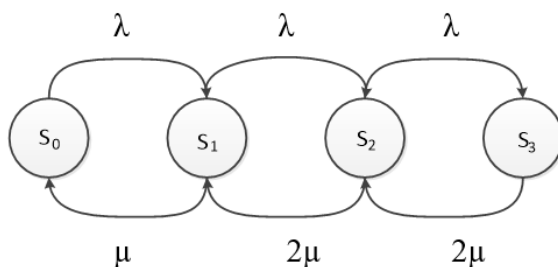
Верный ответ: 1

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-1 Производит оценку влияния применяемых технических решений на общее функционирование системы

### Вопросы, задания

1. Нарисуйте структурную схему Системы массового обслуживания (СМО). Объясните назначение и свойства блоков СМО. Сформулируйте понятие "Состояние" СМО.

2. Запишите матрицу интенсивностей переходов для Марковского процесса с непрерывным временем, заданным следующим графом переходов

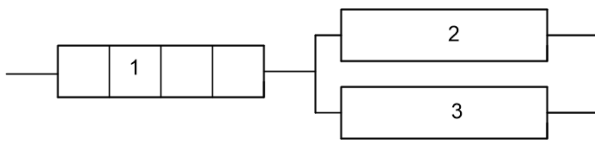


3. Можно ли различить факт прихода двух близких по времени заявок при продвижении модельного времени по особым состояниям

4. При каких условиях применяется моделирование с постоянным шагом продвижения модельного времени

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как называются устройства, входящие в состав Системы массового обслуживания, показанной на следующем рисунке

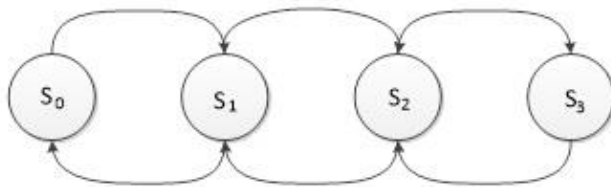


Ответы:

- 1). 1- Канал обслуживания; 2- Очередь; 3- Канал обслуживания;
- 2). 1- Очередь; 2- Канал обслуживания; 3- Канал обслуживания;
- 3). 1- Канал обслуживания; 2- Канал обслуживания; 3- Очередь;

Верный ответ: 2

2. Укажите число уравнений системы уравнений Колмогорова, соответствующее приведенному графу состояний СМО

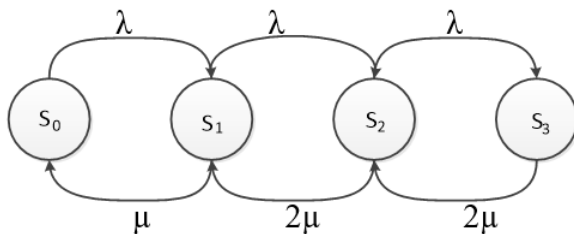


Ответы:

- 1). 3 уравнения; 2); 4 уравнения; 3); 5 уравнений;

Верный ответ: 2

3. Сколько каналов обслуживания и мест в очереди имеет СМО со следующим графом?

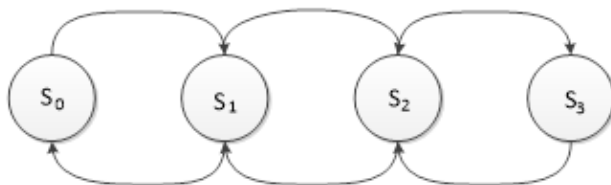


Ответы:

- 1) 1 канал обслуживания, 2 места в очереди;
- 2) 2 канала обслуживания, 1 место в очереди;
- 3) 3 канала обслуживания, 0 мест в очереди.

Верный ответ: 2

4. Вероятность какого состояния СМО соответствует вероятности отказа

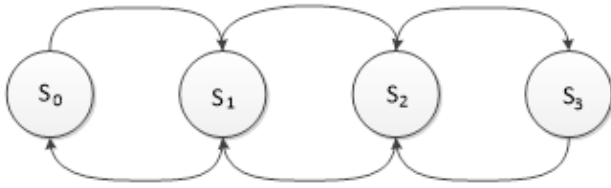


Ответы:

- 1). Состояния S0; 2). Состояния S1; 3). Состояния S2; 4). Состояния S3;

Верный ответ: 4

5. Вероятность какого состояния СМО соответствует вероятности простоя



Ответы:

- 1). Состояния S0; 2). Состояния S1; 3). Состояния S2; 4). Состояния S3;

Верный ответ: 1

6. Какое событие является действительным при составлении списка будущих событий.

Ответы:

- 1) наиболее вероятное состояние.  
 2) состояние, выбираемое в соответствии с алгоритмом работы.  
 3) ближайшее по времени состояние.

Верный ответ: 3

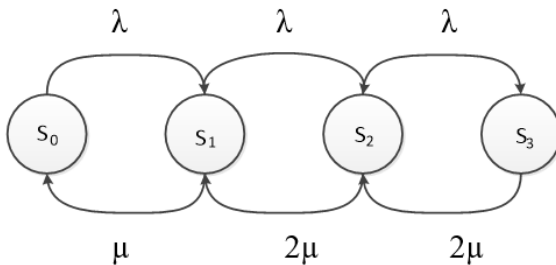
7. Как вычисляется оценка вероятности пребывания СМО в одном из состояний в процессе имитационного моделирования:

Ответы:

- 1) как относительная частота пребывания СМО в этом состоянии.  
 2) как относительное число заявок, попавших в это состояние.  
 3) как относительное время пребывания СМО в этом состоянии.

Верный ответ: 3

8. Запишите матрицу интенсивностей переходов для Марковского процесса с непрерывным временем, заданным следующим графом переходов

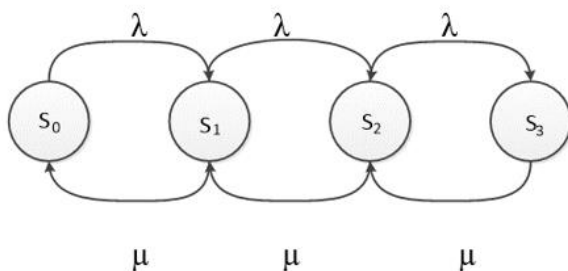


Ответы:

1)  $\begin{pmatrix} 0 & -\lambda & 0 & 0 \\ \mu & 0 & \lambda & 0 \\ 0 & -2\mu & 0 & \lambda \\ 0 & 0 & 2\mu & 0 \end{pmatrix}$  2)  $\begin{pmatrix} 0 & \lambda & 0 & 0 \\ \mu & 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 2\mu & 0 & \lambda \\ 0 & 0 & 2\mu & 0 \end{pmatrix}$  3)  $\begin{pmatrix} 0 & \lambda & 0 & \mu \\ \mu & \lambda & \lambda & 0 \\ 0 & \mu & 0 & \lambda \\ 0 & 0 & \mu & 0 \end{pmatrix}$

Верный ответ: 2

9. Чему равно среднее число заявок, находящихся в СМО со следующим графом переходов:



Ответы:

- 1)  $N = O P_0 + 1P_1 + 1P_2 + 1P_3;$
- 2)  $N = O P_0 + 1P_1 + 2P_2 + 3P_3;$
- 3)  $N = 1 P_0 + 2 P_1 + 3 P_2 + 4 P_3;$

Верный ответ: 2

10. Как определяется оценка вероятности пребывания СМО в одном из состояний в процессе имитационного моделирования:

Ответы:

- 1) как относительная частота пребывания СМО в этом состоянии;
- 2) как относительное число заявок, попавших в это состояние;
- 3) как относительное время пребывания СМО в этом состоянии.

Верный ответ: 3

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-4ПК-1 Применяет методы моделирования и осуществляет анализ результатов для моделирования работы вычислительных систем и сетей ЭВМ

### Вопросы, задания

1. Как связано реальное и модельное время в процессе имитационного моделирования:
2. Какое событие является действительным при составлении списка будущих событий
3. Каким образом выбирается следующее по времени состояние СМО при имитационном моделировании на основе заданной матрицы переходных интенсивностей при помощи двух генераторов случайных чисел, моделирующих время прихода следующей заявки и время окончания обслуживания предыдущей заявки
4. Что является СОБЫТИЕМ в имитационном моделировании
5. Каким образом выбирается следующее по времени состояние СМО при имитационном моделировании «по Марковскому процессу»:

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Моделирование с постоянным шагом продвижения времени применяется, если:

Ответы:

- 1) заявки в СМО приходят с интервалом времени, превышающим шаг продвижения времени;
- 2) заявки в СМО приходят с интервалом времени, меньше шага продвижения времени;
- 3) выбор метода моделирования не зависит от соотношения шага продвижения времени и интервала времени между приходом заявок.

Верный ответ: 2

2. Моделирование с продвижением времени по особым состояниям применяется, если:

Ответы:

- 1) заявки в СМО приходят с интервалом времени, мало меняющимся в процессе моделирования;
- 2) заявки в СМО приходят с интервалом времени, сильно меняющимся в процессе моделирования;
- 3) выбор этого метода моделирования не зависит от соотношения шага продвижения времени и интервала времени между приходом заявок.

Верный ответ: 2, 3

### II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно, на вопросы углубленного уровня

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.