

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учрежде-  
ние высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой КИПР, проф.  
\_\_\_\_\_ В.Н.Татаринов  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2012 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕН-  
ТОВ**

По дисциплине Теория массового обслуживания (региональный ком-  
понент)

Для специальности 210201 – Проектирование и технология радио-  
электронных средств

Факультет радиоинженерский (РКФ)

Профилирующая кафедра \_ Конструирования и производства радио-  
аппаратуры (КИПР)

Курс – 3

Семестр – 5

Учебный план набора 2008 г. и последующих лет

Распределение учебного времени

	Всего часов
Лекции	18 часов
Практические занятия	18 часов
Всего ауд. занятий	36 часов
Самостоятельная работа	39 часов
Общая трудоёмкость	75 часов

Зачёт            5 семестр семестр

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ. ЛЕКЦИИ (18 Ч; САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА 18Ч.).....</b>	<b>3</b>
<b>УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ.....</b>	<b>4</b>
3.1 Основная литература: .....	4
3.2 Дополнительная литература.....	4
3.3 Перечень методических указаний .....	5
3.4. Самостоятельная работа студентов на практических занятиях: седьмой (осенний) семестр 9 занятий – 18ч, самостоятельная работа 21 ч.....	5
<b>4 СВОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ “ ТЕОРИЯ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ” .....</b>	<b>6</b>
<b>5 РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АУДИТОРНОЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТ.....</b>	<b>7</b>
<b>6 ТЕСТЫ И ВОПРОСЫ ПО ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ТУДЕНТОВ.....</b>	<b>12</b>
6.1 Тесты и по теории массового обслуживания для контроля остаточных знаний.....	12
6.2 Вопросы по теории массового обслуживания для контроля остаточных знаний.....	13

1. Цели и задачи дисциплины, её место в учебном процессе.

1.1. Цели преподавания дисциплины

Предлагаемый курс имеет целью ознакомить студентов с теорией массового обслуживания, с методами расчета систем массового обслуживания (СМО), используемых при организации процессов проектирования и производства радиоэлектронных средств, на основе системного подхода.

1.2. Задачи изучения дисциплины:

1.2.1 В результате изучения дисциплины студент должен иметь представление:

- об основных видах систем массового обслуживания;
- об основных задачах и проблемах теории массового обслуживания;

1.2.2 Студент должен знать:

- принципы построения систем массового обслуживания;
- методы расчета систем массового обслуживания;
- основные законы теории вероятностей и распределения, используемые при расчёте СМО;
- свойства потоков событий, протекающих в СМО.

1.2.3 Студент должен уметь:

- применять основные методы расчета систем массового обслуживания на этапе их проектирования, в том числе, используя ЭВМ;
  - составлять математические модели СМО и рассчитывать параметры этих моделей;
  - правильно подготавливать необходимые исходные данные для расчета СМО;
  - оценивать и выбирать способы обеспечения требуемого режима эксплуатации СМО;

1.3. Перечень дисциплин и разделов (тем), необходимых студентам для изучения данной дисциплины.

Данная дисциплина является региональным компонентом ЕН.Р.1 в цикле рабочего учебного плана. Она базируется на знаниях полученных при изучении физики, математики, информатики.

Знания и умения, полученные при изучении рассматриваемой дисциплины, могут быть использованы:

- при изучении разделов курсов теории надёжности;
- при выполнении дипломных проектов и рефератов по различной тематике, касающейся систем массового обслуживания (СМО), используемых при организации процессов проектирования и производства радиоэлектронных средств.

2. Содержание дисциплины. Лекции (18 ч; самостоятельная работа 18ч.)

2.1.1. Тема 1. Предмет и содержание теории массового обслуживания. Организация самостоятельной работы студентов, рейтинговая оценка успеваемости (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

2.1.2. Тема 2. Классификация систем массового обслуживания (СМО) (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

2.1.3. Тема 3. Потoki событий в СМО и их модели. Законы распределения во времени событий в потоках (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

2.1.4. Тема 4. Методы решения задач массового обслуживания (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

2.1.5. Тема 5. Расчёт статистических характеристик различных СМО с отказами и с ожиданием (6 ч., самостоятельная работа 6 ч.).

2.1.6. Тема 6. Особые типы СМО (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

2.1.7. Тема 7. Примеры применения ТМО к задачам теории надёжности, проектирования, производства и эксплуатации (2 ч., самостоятельная работа 2 ч.).

3. Учебно-методические материалы по дисциплине и самостоятельная работа студентов на практических занятиях

3.1. Основная литература.

3. Учебно-методические материалы по дисциплине.

3.1. Основная литература.

3.1.1. Теория массового обслуживания: Учебное пособие/ Козлов В. Г. - Томск, ТУСУР, – 2012. 57 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1275>.

3.1.2. Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования: Учебное пособие / Козлов В. Г. - Томск, ТУСУР, – 2012. 133 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1276>.

3.1.3. Теория надёжности: Учебное пособие / Козлов В. Г. - Томск, ТУСУР, – 2012. 138 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1274>.

3.2. Дополнительная литература.

3.2.1. Салмина Н. Ю. Моделирование систем - Томск: ТУСУР, 2002. - 197 с.

Экземпляры всего: 22, анл (2), счз1 (2), счз5 (1), аул (17).

3.2.2. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. - М. : Academia, 2005. - 571 с. 10-е изд., стереотип. Экземпляры всего: 228, анл (7), счз1 (1), счз5 (1), аул (219).

3.2.3. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Задачи и упражнения по теории вероятностей : Учебное пособие для вузов. 6-е изд., стереотип. - М. : Академия, 2005. - 439 с. Экземпляры всего: 99, анл (7), счз1 (1), счз5 (1), аул (90).

3.2.4. Тихоненко О. М. Модели массового обслуживания в информационных системах : Учебное пособие для вузов / О. М. Тихоненко. - Минск : "Технопринт", 2003. - 326 с. Экземпляры всего: 5, анл (3), счз1 (1), счз5 (1).

3.2.5. Хинчин А. Я. Работы по математической теории массового обслуживания / А. Я. Хинчин ; ред. : Б. В. Гнеденко. - 2-е изд., стереотип. - М. : УРСС, 2004. - 235 с. Экземпляры всего: 20, анл (3), счз1 (1), счз5 (1), аул (15).

### 3.3. Перечень методических указаний

3.3.1. Салмина Н. Ю. Моделирование систем : методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 230102 "Автоматизированные системы обработки информации и управления" Ч. 1. - Томск : ТУСУР, 2006. - 60 с. Экземпляры всего: 27, анл (5), счз1 (3), счз5 (2), аул (17)/

3.3.2. Салмина Н. Ю. Моделирование систем : методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 230102 "Автоматизированные системы обработки информации и управления" Ч. 2. - Томск : ТУСУР, 2006. - 48 с. Экземпляры всего: 48, анл (5), счз1 (5), счз5 (2), аул (36).

3.3.3. Салмина Н. Ю. Моделирование систем: программа, методические указания и контрольные работы для студентов-заочников специальности 230102. - Томск : ТУСУР, 2006. - 68 с. Экземпляры всего: 9, анл (4), счз1 (3), счз5 (2).

3.3.4. Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов. По дисциплине «Теория массового обслуживания» для специальности 160905 / Козлов В. Г. - Томск, ТУСУР, – 2012. 14 с. //edu.tusur.ru/training/publications/ .

3.4. Самостоятельная работа студентов на практических занятиях: седьмой (осенний) семестр 9 занятий – 18ч, самостоятельная работа 21 ч.

#### 3.4.1 Цель практических занятий и особенности их проведения

2.2. Практические и семинарские занятия, их содержание и объём в часах.

Цель и задача проведения практических занятий практическое освоение методов расчёта ремонтпригодности, периодичности и продолжительности профилактических работ, а также расчёта СМО различных типов. Занятия проводятся в виде выполнения расчетно-аналитических работ. Практические (семинарские) занятия направлены на закрепление и расширение знаний, полученных на лекциях и при изучении рекомендованной литературы согласно рабочей программе дисциплины. Предусмотрены практические занятия с решением задач. В ходе практических занятий проводится оценивание теоретических знаний и умений студентов по итогам решения задач. Практические (семинарские) занятия проводятся в увязке с рассмотрением соответствующих вопросов на лекциях

Темы практических занятий с решением задач (9 занятий по 2 часа, самостоятельная работа 21 час).

1. Расчет периодичности и продолжительности профилактических работ (4 часа, самостоятельная работа 4 часа).

2. Расчёт ремонтпригодности (4 часа, самостоятельная работа 4 часа).

3. Определение статистических характеристик технического обслуживания замкнутой системы массового обслуживания с ожиданием (4 часа, самостоятельная работа 5 часов).

4. Определение статистических характеристик технического обслуживания открытых систем массового обслуживания с ожиданием и с отказами (6 ч самостоятельная работа 8 часов).

Занятия по первой и второй темам проводятся с использованием учебного пособия 3.1.2 из списка основной литературы, в котором даны примеры решения задач и многовариантные задачи для самостоятельного решения по этим темам. Занятия по третьей и четвёртой темам проводятся с использованием учебного пособия 3.1.1 из списка основной литературы, в котором также имеются примеры решения задач и многовариантные задачи для самостоятельного решения по третьей и четвёртой темам.

Одну часть из предложенных задач студенты решают на занятиях, а другая часть выдаётся им для самостоятельной работы в виде индивидуального домашнего задания. Опрос и проверка остаточных знаний по вопросам проводятся как во время практических занятий, так и во время лекций.

4. Сводные данные по самостоятельной работе студентов по дисциплине “ Теория массового обслуживания ”

Для успешного усвоения дисциплины студент должен систематически изучать лекционный материал и выполнять практические задания и активно работать на практических занятиях. Источники из перечня обязательной, дополнительной и методической литературы содержат необходимый объём материалов для освоения дисциплины.

Для систематического изучения лекционного материала студенту выделяется 18 часов самостоятельной работы.

Для успешной работы на практических (семинарских) занятиях студенту выделяется 21 час самостоятельной работы. Таблица 4.1 содержит сводные данные по самостоятельной работе студентов.

Таблица 4.1 Сводные данные по СРС

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма контроля
1.	Проработка лекционного материала	18	Опрос для проверки остаточных знаний на лекциях
2.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	21	Опрос и проверка остаточных знаний по вопросам на практических занятиях
	Всего часов	39	

#### 5. Рейтинговая система оценки качества.

По дисциплине «Теория надежности» устанавливается рейтинговая система учета и контроля учебной деятельности студентов. Распределение баллов в течение семестра приведено в таблице 5.1.

Оценка текущих знаний студентов определяется в соответствии с «Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов» (приказ ректора от 25.02.2010 № 1902).

Максимальный объем рейтинговой оценки знаний студентов по данной дисциплине составляет 100 баллов.

Студенты, набравшие 60 баллов и более, автоматически получают зачет; набравшие менее 60 баллов, для получения зачета проходят отдельное собеседование с преподавателем по темам дисциплины.

Таблица 5.1 - Балльные оценки для элементов контроля знаний (зачет).

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1 КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	16	14	12	42
Выполнение практических занятий, защита результатов и проверка остаточных знаний по вопросам	16	17	17	50
Компонент своевременности	2	3	3	8
Итого максимум за период:	34	34	32	100
Сдача зачета				
Нарастающим итогом	34	68	100	100

Пересчет баллов в оценки традиционную и международную за контрольные точки осуществляется согласно положению о рейтинговой системе и приведен в таблицах 5.2., 5.3.

Таблица 5.2 - Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Внутрисеместровая аттестация за КТ-1 и КТ-2 производится согласно следующей рейтинговой раскладке:

Оценка за КТ-1	Оценка за КТ-2
«ОТЛ» 29...34 баллов	«ОТЛ» 57...68 баллов
«ХОР» 21...28 баллов	«ХОР» 45...56 баллов
«УДОВ» 13...16 баллов	«УДОВ» 34...44 баллов
«НЕУД» менее 13 баллов	«НЕУД» менее 34 баллов

Таблица 5.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов	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	E (посредственно)
	60 - 64	
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Бальная оценка выполнения практических занятий по дисциплине «Теория надежности» в течение семестра приведена в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Бальная оценка выполнения практических занятий

№ зан.	Тема практических занятий	Количество баллов
1,2	Расчет периодичности и продолжительности профилактических работ	5
3,4	Расчёт ремонтпригодности	10
5,6	Определение статистических характеристик технического обслуживания замкнутой системы массового обслуживания с ожиданием	10
7,8,9	Определение статистических характеристик технического обслуживания открытых систем массового обслужи-	15
	Всего баллов	50

Согласно действующему положению о рейтинговой системе текущая посещаемость и рейтинговые баллы фиксируются в групповом журнале преподавателя. В контрольные точки семестра текущий рейтинг по дисциплине фиксируется в ведомости текущей успеваемости, передаваемой в деканат.

6 Тесты и вопросы по теории массового обслуживания для контроля остаточных знаний в результате самостоятельной работы студентов

6.1 Тесты и по теории массового обслуживания для контроля остаточных знаний

Указание: следует перечислить номера правильных ответов.

Тест 1

Поток событий называется потоком без последствия, если:

1- вероятность появления на элементарном участке  $\Delta t$  двух или более событий пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью появления одного события;

2- вероятность появления на любом участке времени того или другого числа событий не зависит от того, какое число событий попало на другие, не пересекающиеся с данным участки;

3- вероятность попадания любых событий в промежуток от времени  $t$  до времени  $t+\Delta t$  не зависит от  $t$ , а зависит только от длины участка  $\Delta t$ ;

4- процесс, протекающий в системе марковский.

Тест 2

Поток событий называется ординарным, если:

1- вероятность появления на элементарном участке  $\Delta t$  двух или более событий пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью появления одного события;

2- вероятность появления на любом участке времени того или другого числа событий не зависит от того, какое число событий попало на другие, не пересекающиеся с данным участки;

3- вероятность попадания любых событий в промежуток от времени  $t$  до времени  $t+\Delta t$  не зависит от  $t$ , а зависит только от длины участка  $\Delta t$ ;

4- процесс, протекающий в системе марковский.

### Тест 3

Поток событий называется стационарным, если:

1- вероятность появления на элементарном участке  $\Delta t$  двух или более событий пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью появления одного события;

2- вероятность появления на любом участке времени того или другого числа событий не зависит от того, какое число событий попало на другие, не пересекающиеся с данным участки;

3- вероятность попадания любых событий в промежуток от времени  $t$  до времени  $t+\Delta t$  не зависит от  $t$ , а зависит только от длины участка  $\Delta t$ ;

4- процесс, протекающий в системе марковский.

### Тест 4

Ординарный поток событий без последействия называется:

1- марковским;

2- пуассоновским;

3- потоком Эрланга;

4- простейшим потоком;

5- потоком Пальма;

6- рекуррентным потоком.

### Тест 5

Поток событий, в котором события следуют одно за другим через строго определенные промежутки времени, называется

Ординарный поток событий без последействия называется:

1- потоком Эрланга;

2- пуассоновским;

3- регулярным потоком;

4- простейшим потоком;

5- потоком Пальма;

6- рекуррентным потоком.

### Тест 6

Поток событий, для которого все функции распределения интервалов между событиями совпадают, называется:

- 1- потоком Эрланга;
- 2- пуассоновским;
- 3- регулярным потоком;
- 4- простейшим потоком;
- 5- потоком Пальма;
- 6- рекуррентным потоком.

#### Тест 7

Поток событий называется простейшим потоком, если:

- 1- он является стационарным пуассоновским потоком;
- 2- он является потоком Эрланга нулевого порядка;
- 3- регулярным потоком;
- 4 он является одновременно ординарным потоком, стационарным потоком и потоком без последствия;
- 5- простейший поток является частным случаем потока Пальма;
- 6- простейший поток является рекуррентным потоком.

#### Тест 8

Процесс, протекающий в системе, называют марковским если:

- 1- для каждого момента времени вероятность любого состояния системы в будущем зависит только от состояния системы в настоящий момент и не зависит от того, каким образом система вошла в это состояние;
- 2- для каждого момента времени вероятность любого состояния системы в будущем зависит от того, каким образом система вошла в это состояние;
- 3- этот процесс имеет вероятностный характер;
- 4- этот процесс протекает в режиме реального времени;
- 5- этот процесс детерминированный.

#### Тест 9

Ординарный поток событий, у которого промежутки между соседними событиями представляют собой независимые случайные величины:

- 1- является стационарным пуассоновским потоком;
- 2- является потоком Эрланга нулевого порядка;
- 3 является одновременно стационарным потоком и потоком без последствия;
- 4- потоком Пальма (потоком с ограниченным последствием);
- 5- является рекуррентным потоком.

#### Тест 10

При увеличении порядка  $k$  потока Эрланга (и одновременном уменьшении масштаба по оси  $0, t$  делением на  $k + 1$ ) поток Эрланга приближается:

- 1- к простейшему потоку;
- 2- к регулярному потоку;
- 3- к потоку Пальма;
- 4- к потоку Пуассона.

### Тест11

Плотность распределения любой случайной величины обладает свойствами

1-  $f(x) \geq 0$ ;

2-  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = 1$ ;

3-  $\int_0^{+\infty} f(x) dx = 1$ ;

4-  $f(x) > 0$ ;

5-  $\int_{-\infty}^x f(x) dx = F(x)$ .

### Тест12

Математическим ожиданием  $M[X] = m_x$  случайной величины  $X$  называется ее среднее значение, вычисляемое по формулам:

1-  $m_x = \sum_{i=1}^n x_i p_i$ ;

2-  $m_x = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx$ ;

3-  $m_x = \int_0^{+\infty} x f(x) dx$ ;

4-  $m_x = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx$ ;

5-  $m_x = \int_0^{+\infty} f(x) dx$ ;

### Тест13

Дискретная случайная величина  $X$  называется распределенной по биномиальному закону, если

1-  $P(X=m) = P_m = (a^m e^{-a}) / m!$  ;

2-  $P(X=m) = P_{m,n} = C_n^m q^{n-m}$ ,  $0 < p < 1$ ;  $q = 1-p$ ;

3-  $P(t = X=m) = \exp[-\lambda_0 \cdot t^b]$ ,  $t \geq 0$ ;  $\lambda_0 > 0$ ;  $b > 0$ ;

4-  $P(t = X=m) = \exp[-t^2 / 2C^2]$ .

#### Тест14

Дискретная случайная величина  $X$  называется распределенной по закону Пуассона, если

$$1- P(X=m) = P_m = (a^m e^{-a}) / m! ;$$

$$2- P(X=m) = P_{m,n} = C_n^m q^{n-m}, \quad 0 < p < 1; \quad q = 1-p;$$

$$3- P(t = X=m) = \exp[-\lambda_0 \cdot t^b], \quad t \geq 0; \quad \lambda_0 > 0; \quad b > 0;$$

$$4- P(t = X=m) = \exp[-t^2 / 2C^2].$$

#### 6.2 Вопросы по теории массового обслуживания для контроля остаточных знаний

1 Основные понятия и предмет изучения теории массового обслуживания (ТМО).

2 Понятия системы массового обслуживания (СМО) и технического состояния СМО.

3 Классификация систем массового обслуживания (СМО) по признаку потерь: с отказами, с ожиданием, с ограничениями и смешанного типа.

4 Однофазные и многофазные, марковские и немарковские открытые и замкнутые системы массового обслуживания (СМО). Одиночные СМО и сети СМО.

5 Простейший поток событий и его свойства: ординарность, стационарность и отсутствия последствия.

6 Понятия случайной, дискретной случайной и непрерывной случайной величин.

7 Закон распределения случайной величины. Ряд распределения дискретной случайной величины. Функция распределения случайной величины.

8 Плотность распределения непрерывной случайной величины и её свойства.

9 Элемент вероятности для случайной величины и функция распределения  $F(x)$ .

10 Вероятность попадания случайной величины  $X$  на участок от  $\alpha$  до  $\beta$  (включая  $\alpha$ ).

11 Математическое ожидание случайной величины  $X$ .

12 Понятия: центрированной случайной величины, дисперсии случайной величины и среднего квадратического отклонения случайной величины.

13 Начальный и центральный моменты  $k$ -го порядка случайной величины.

- 14 Биномиальный закон дискретной случайной величины.
- 15 Закон Пуассона дискретной случайной величины.
- 16 Поток Пальма.
- 17 Поток Эрланга  $k$ -го порядка.
- 18 Показательный закон распределения времени ремонта.
- 19 Какова формулировка инженерного правила А.Н. Колмогорова составления дифференциальных уравнений по виду графа или по виду схемы состояний?
- 20 Частные случаи использования этого инженерного правила А.Н. Колмогорова.
- 21 Применения ТМО для определения коэффициентов готовности и простоя.
- 22 Применения ТМО для определения показателей надежности резервированных систем.
- 22 Применения ТМО для определения требуемого количества каналов обслуживания и их производительности.
- 23 Граф переходов открытой одноканальной СМО с ожиданием из одного состояния  $E_k$  в другое.
- 24 Граф переходов открытой одноканальной СМО с ожиданием из одного состояния  $E_k$  в другое, изображенный в виде схемы гибели и размножения.
- 25 Какими статистическими характеристиками технического обслуживания характеризуют СМО?