

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ Теория случайных процессов

: 09.03.04

, :

: 3,

: 6

		6
1	()	3
2		108
3	, .	45
4	, .	0
5	, .	18
6	, .	18
7	, .	8
8	, .	2
9	, .	7
10	, .	63
11	(, ,)	
12		

(): 09.03.04

229 12.03.2015 ., : 01.04.2015 .

: 1, ,

(): 09.03.04

,
,

6 20.06.2017
7 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

,

:

,
,

:

. . . .

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ПК.12 способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования; в части следующих результатов обучения:	
5.	
Компетенция ФГОС: ПК.13 готовность к использованию методов и инструментальных средств исследования объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
14.	
Компетенция ФГОС: ПК.19 владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения; в части следующих результатов обучения:	
5.	-

2.

2.1

(, , ,)	
-----------	--

.12. 5	
1.знать универсальность математических методов в познании окружающего мира	;
	;
2.знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и необходимости оценивать погрешность	;
	;
.13. 14	
3.уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	;
	;
.12. 5	
4.знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	;
	;
.13. 14	
5.уметь применять статистический подход к исследованию процессов и решению задач	;
	;
.19. 5	
6.уметь работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности	;
	;
.12. 5	
7.знать методы и приемы формализации задач	;
	;
.13. 14	
8.уметь использовать методы и приемы формализации задач	;
	;
.19. 5	
9.уметь моделировать бизнес-процессы	;

3.

	,	.		
: 6				
:				
1.	2	4	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	
:				
2.	2	4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	
:				
3.	2	4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	
4.	2	6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	

	,	.		
: 6				
:				
1.	0	2	1, 2, 4	
:				
2.	0	2	1, 3, 4, 5, 7, 8	
:				
3.	0	2	3, 4, 5, 6, 7	
:				
4.	0	2	2, 3, 4, 5, 6, 8	
:				
5.	0	2	1, 2, 3, 4, 5, 6	
:				
6.	0	6	3, 4, 5, 7, 8, 9	
:				
7.	0	2	1, 3, 5, 6, 8, 9	

4.

: 6				
1		3, 4, 5, 7	16	3
: - . . . [2] : 230100]/ . . . ; . . . - . - . , [2013]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183137. - . . .				
2		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	40	3
: - . . . [2] : 230100]/ . . . ; . . . - . - . , [2013]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183137. - . . .				
3		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	7	1
: - . . . [2] : 230100]/ . . . ; . . . - . - . , [2013]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183137. - . . .				

5.

(. 5.1).

5.1

	-
	e-mail;
	e-mail

6.

(), - 15- ECTS.

. 6.1.

6.1

: 6	
<i>Лабораторная:</i>	60
<i>РГЗ:</i>	20
<i>Зачет:</i>	20

		/		
.12	5.	+	+	+
.13	14.	+	+	+
.19	5.	+	+	+

1

7.

1. Вентцель Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения : [учебное пособие для вузов] / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - М., 2007. - 477, [2] с. : ил.

2. Свешников А. А. Прикладные методы теории случайных функций : учебное пособие / А. А. Свешников. - Санкт-Петербург, 2011. - 463 с.

1. Грузман И. С. Применение теории случайных процессов : учебное пособие / И. С. Грузман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 81, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_gruzman.rar

2. Хрущева И. В. Основы математической статистики и теории случайных процессов : учебное пособие / И. В. Хрущёва, В. И. Щербаков, Д. С. Леванова. - СПб. [и др.], 2009. - 331 с. : ил., табл.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>

5. :

8.

8.1

1. Ганелина Н. Д. Введение в теорию случайных процессов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 2 курса АВТФ по направлению 230100 Информатика и вычислительная техника] / Н. Д. Ганелина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183137. - Загл. с экрана.

8.2

1 MathCAD

2 Statistica

3 MATLAB

9. -

1	(- , ,)	

1	(Internet)	

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных систем управления
Кафедра вычислительной техники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н., доцент И.Л. Рева
“ ____ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория случайных процессов

Образовательная программа: 09.03.04 Программная инженерия, профиль: Технологии разработки программного обеспечения

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Теория случайных процессов приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.12/НИ способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования	з5. знать методы и приемы формализации задач	Анализ свойств Гауссовского случайного процесса Анализ свойств и применение спектральной плотности Анализ свойств цепей Маркова Гауссовские случайные процессы и цепи Маркова Действие линейного оператора на случайную функцию. Канонические разложения случайных функций и примеры применения Общая характеристика курса Основные понятия и характеристики случайных процессов Преобразование случайных функций Применение моделей случайных процессов в технике и экономике Спектральное разложение стационарных случайных функций	Отчет по лабораторной работе: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 РГЗ: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	Зачет, вопросы.: 1, 2, 3, 4, 5, : 6, 7, 8, 9,10,11,
ПК.13/НИ готовность к использованию методов и инструментальных средств исследования объектов профессиональной деятельности	у14. уметь использовать методы и приемы формализации задач	Анализ свойств Гауссовского случайного процесса Анализ свойств и применение спектральной плотности Анализ свойств цепей Маркова Гауссовские случайные процессы и цепи Маркова Действие линейного оператора на случайную функцию. Канонические разложения случайных функций и примеры применения Основные понятия и характеристики случайных процессов Преобразование случайных функций Применение моделей случайных процессов в технике и экономике Спектральное разложение стационарных случайных функций	Отчет по лабораторной работе РГЗ, 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	Зачет, вопросы: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11
ПК.19/П владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов	у5. уметь моделировать бизнес-процессы	Анализ свойств Гауссовского случайного процесса Анализ свойств и применение спектральной плотности Анализ свойств цепей Маркова Гауссовские случайные процессы и цепи	Отчет по лабораторной работе РГЗ, 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	Зачет, вопросы: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11

конструирования программного обеспечения		Маркова Канонические разложения случайных функций и примеры применения Применение моделей случайных процессов в технике и экономике		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация (полусеместровый контроль) по дисциплине проводится согласно графику и направлена на оценку сформированности компетенций компетенций ПК.12/НИ, ПК.13/НИ, ПК.19/П.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 6 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.12/НИ, ПК.13/НИ, ПК.19/П, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

3. Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра автоматизированных систем управления
Кафедра вычислительной техники

Паспорт зачета

по дисциплине «Теория случайных процессов», 6 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-12 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет АВТФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Теория случайных процессов»

1. Вопрос 1

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *до 5 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *5 -10 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику

процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *11-15 баллов*.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *16 -20 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных) при условии текущего рейтинга не менее 40 баллов.

Итоговая оценка определяется: менее 50 баллов - неудовлетворительно; 50-72 (удовлетворительно), 73-87 (хорошо), 88-100 (отлично).

Таблица соответствия баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS :

Оценка ECTS	Диапазон баллов рейтинга	Оценка
A+	99-100	Отлично <u>88-100</u>
A	93-98	
A-	90-92	
B+	88-89	Хорошо <u>73-87</u>
B	83-87	
B-	80-82	
C+	78-79	
C	73-77	
C-	70-72	Удовлетворительно <u>50-72</u>
D+	68-69	
D	62-67	
D-	60-62	
E	50-59	Неудовлетворительно
FX	25-49	
F	0-24	Без права пересдачи!

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Теория случайных процессов»

1. Что понимается под стационарными случайными функциями.
2. Определение моментов случайных функций.
3. Условие эргодичности случайных процессов.
4. Свойства корреляционных функций.
5. Элементарные линейные операции над случайными функциями.
6. Покажите взаимосвязь между спектральной плотностью и автокорреляционной функцией стационарной случайной функции.
7. По заданной спектральной плотности процесса вычислите автокорреляционные функции для первой и второй его производных.
8. Установите взаимосвязь между статистическими характеристиками процессов на входе и выходе линейной системы.

9. Найдите интервал временной дискретизации стационарного процесса по известной его автокорреляционной функции.
10. Определение финальных вероятностей в цепях Маркова.
11. Покажите, что для непрерывных марковских процессов любые многомерные законы распределения могут быть выражены через двумерные законы распределения.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра автоматизированных систем управления
Кафедра вычислительной техники

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Теория случайных процессов», 6 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны рассчитать параметры случайного процесса в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ случайного процесса, выбрать и обосновать расчетные формулы оценки параметров, выполнить необходимые вычисления.

Обязательные структурные части РГЗ.

Часть 1. Функции со случайными параметрами.

Часть 2. Цепи Маркова с непрерывным временем.

Часть 3. Моделирование цепного процесса.

2. Критерии оценки

- Работа считается не выполненной, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует анализ объекта, расчетные формулы не обоснованы, результаты не соответствуют основным требованиям, оценка составляет до 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: анализ объекта не полон, расчетные формулы не достаточно обоснованы, результаты не приводятся без проверки на достоверность, оценка составляет 10 – 20 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, расчетные формулы достаточно обоснованы, результаты проверены на достоверность, оценка составляет 21 -30 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, расчетные формулы достаточно обоснованы, результаты проверены на достоверность и проиллюстрированы примерами, оценка составляет 31 -40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Максимальное значение текущего рейтинга складывается: лабораторные работы до 40 баллов, РГЗ - до 40 баллов.

Итоговая экзаменационная оценка определяется: менее 50 баллов - неудовлетворительно; 50-72 (удовлетворительно), 73-87 (хорошо), 88-100 (отлично).

4. Примерный перечень тем РГЗ

Функции со случайными параметрами

Дано: функция $X(t) = u_1 f(t) + u_2 g(t) + h(t)$, где u_1 и u_2 - случайные величины (случайные параметры), распределенные, соответственно, на интервалах $[a;b]$ и $[c;d]$. Данные для вариантов представлены в табл.1, 2, где

K_{12} - корреляционный момент параметров u_1 и u_2 . Функция $X(t)$ описывает некоторый случайный процесс.

Требуется:

- 1) построить область возможных траекторий случайного процесса;
- 2) вычислить и построить график математического ожидания случайного процесса;
- 3) вычислить дисперсию, среднее квадратическое отклонение, корреляционную функцию случайного процесса;
- 4) с учетом заданных t_1, t_2 и $X(t_1)$ составить прогноз $X(t_2)$.

Таблица 1

Вар.	[a;b]	[c;d]	$M(u_1)$	$D(u_1)$	$M(u_2)$	$D(u_2)$	K_{12}
1	[-2;1]	[0;1]	-1	1.5	0.75	0.1	-0.2
2	[-1;1]	[-1;2]	-0.5	0.5	1	1	-0.5
3	[-1;1]	[-1;2]	-0.5	0.5	1	0.75	-0.4
4	[-3;0]	[0;1]	-1	1	0.5	0.2	0.4
5	[-1;0]	[-1;1]	-0.5	0.1	0.5	0.75	-0.2
6	[0;5]	[-2;0]	2	4	-1	1	-1
7	[0;1]	[-4;0]	0.5	0.2	-2	3	0.5
8	[-2;3]	[-1;3]	1	4	1	2	1.5
9	[-1;3]	[-2;2]	1	3	1	2	1
10	[-1;1]	[-3;1]	0.5	0.5	-1	2.5	-1
11	[-2;4]	[-1;1]	1	5	0.5	0.75	1.25
12	[-2;0]	[0;2]	-1	1	1	1	-0.75
13	[0;1]	[0;2]	0.5	0.2	1	1	-0.2
14	[-1;1]	[-2;3]	-0.5	0.5	1	5	-1
15	[-1;1]	[-2;1]	0.5	0.5	-1	1	-0.5
16	[-1;1]	[-1;1]	0.5	0.5	-0.5	0.5	-0.2
17	[-1;0]	[0;1]	-0.5	0.2	0.5	0.2	0.1
18	[0;1]	[0;1]	0.5	0.2	0.5	0.2	0.15

Таблица 2

Вар.	f(t)	g(t)	t ₁	X(t ₁)	t ₂
1	t	t ² - 2	2	0	3
2	t ²	1-t	1	0	3
3	-√t+2	3	2	3.5	7
4	2	3-t ²	2	-3.5	4
5	2 ^t	4	1	0.5	2
6	1	2 ^{t-1}	1	0.5	3
7	2 ^{t-1}	2	1	-3	3
8	$\frac{6}{t+1}$	4	2	5	5
9	1	$\frac{4}{t+1}$	1	4	3
10	√t+1	2	0	-2	3
11	1	√t+2	2	1.5	7
12	2 ^{-t}	3	1	2	2
13	5	2 ^{1-t}	1	4	2
14	2 ^{2-t}	1	1	1	3
15	√t	3	1	-2	4
16	t + 1	t ² - 2	1	2	2
17	2t	t ²	1	-1	2

Цепи Маркова с непрерывным временем

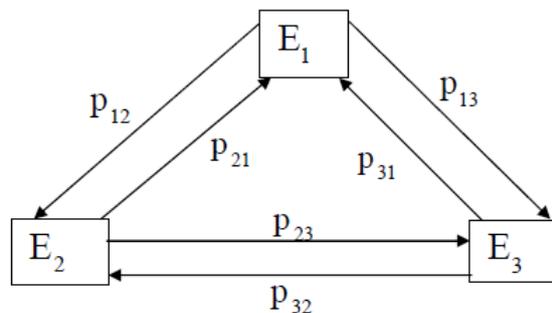


Рис. 1 Цепь Маркова

Дан граф состояний системы (Рис 1). Вероятности переходов между состояниями системы на каждом шаге указаны в таблице 3.

Требуется:

- 1) составить матрицу переходов;
- 2) вычислить предельные вероятности состояний системы.

Таблица 3

Вар.	P_{12}	P_{21}	P_{13}	P_{31}	P_{32}	P_{23}
1	0,3	0,3	0,4	0,25	0,5	0,2
2	0,35	0,3	0,2	0,25	0,5	0,25
3	0,15	0,3	0,2	0,5	0,15	0,25
4	0,25	0,4	0,2	0,5	0,15	0,25
5	0,2	0,45	0,2	0,5	0,15	0,25
6	0,2	0,45	0,2	0,1	0,15	0,25
7	0,2	0,45	0,4	0,1	0,15	0,25
8	0,2	0,45	0,3	0,45	0,15	0,2
9	0,35	0,45	0,3	0,45	0,15	0,4
10	0,35	0,45	0,2	0,55	0,35	0,4
11	0,35	0,45	0,2	0,55	0,3	0,2
12	0,3	0,45	0,2	0,45	0,3	0,2
13	0,3	0,65	0,2	0,45	0,3	0,2
14	0,3	0,65	0,2	0,45	0,2	0,2
15	0,3	0,25	0,2	0,45	0,2	0,2
16	0,3	0,25	0,2	0,6	0,2	0,2
17	0,3	0,25	0,3	0,7	0,2	0,2

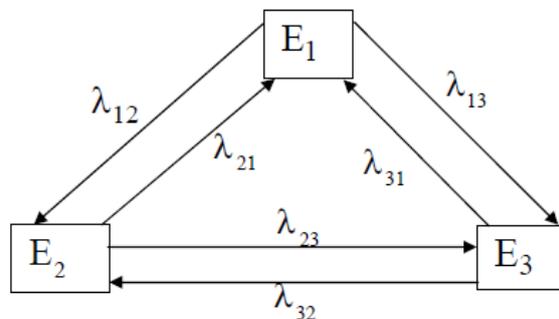


Рис. 2 Цепь Маркова с непрерывным временем

Дан граф состояний системы. Интенсивности переходов между состояниями системы на каждом шаге указаны в таблице 4.

Требуется:

- 1) составить систему дифференциальных уравнений для вероятностей состояний системы;
- 2) вычислить предельные значения вероятностей состояний системы.

Таблица 4

Вар.	λ_{12}	λ_{21}	λ_{13}	λ_{31}	λ_{32}	λ_{23}
1	2	3	1	3	2	1
2	5	2	1	4	2	2
3	3	1	2	2	1	4
4	2	0	7	3	2	1
5	3	1	2	2	4	2
6	2	3	4	2	5	3
7	1	4	3	3	2	1
8	2	5	4	1	5	2
9	4	2	3	2	4	1
10	2	1	3	4	5	2
11	1	0,5	0,5	0,25	0,75	0,25
12	0,25	0,75	0,25	1	1	0,5
13	0,2	0,2	0,7	0,3	0,2	0,1
14	0,3	0,1	0,2	0,2	0,4	0,2
15	0,2	0,3	0,4	0,2	0,5	0,3
16	0,1	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1
17	3	2	1	2	3	1

Моделирование цепного процесса

Дан граф состояний системы (рис. 1). Вероятности переходов между состояниями системы на каждом шаге указаны в таблице 5, указано также и начальное состояние системы.

Таблица 5

Вар.	p_{12}	p_{21}	p_{13}	p_{31}	p_{32}	p_{23}	Начальное состояние
1	0.3	0.5	0.2	0.4	0.3	0.3	E_1
2	0.3	0.4	0.3	0.5	0.3	0.3	E_1
3	0.3	0.4	0.3	0.5	0.2	0.3	E_1
4	0.1	0.25	0.5	0.2	0.2	0.5	E_1
5	0.3	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3	E_1
6	0.5	0.2	0.3	0.5	0.4	0.3	E_1
7	0.5	0.2	0.3	0.2	0.6	0.3	E_1
8	0.5	0.3	0.3	0.2	0.6	0.3	E_1
9	0.2	0.3	0.6	0.2	0.6	0.3	E_1
10	0.6	0.3	0.2	0.2	0.5	0.3	E_2
11	0.4	0.3	0.2	0.3	0.5	0.3	E_2
12	0.3	0.3	0.4	0.25	0.5	0.2	E_2
13	0.35	0.3	0.2	0.25	0.5	0.25	E_2
14	0.15	0.3	0.2	0.5	0.15	0.25	E_2
15	0.25	0.4	0.2	0.5	0.15	0.25	E_2
16	0.2	0.45	0.2	0.5	0.15	0.25	E_2
17	0.2	0.45	0.2	0.1	0.15	0.25	E_2

Требуется выполнить следующие задания:

- 1) Составить матрицу переходов системы за один шаг.
- 2) Моделировать 24 шага переходов системы с помощью таблицы случайных чисел (табл. 6) по следующему принципу.

Пусть на данном шаге система находится в состоянии M . Обозначим через p_1, p_2, p_3 вероятности переходов из состояния M в состояния $E_1, E_2,$

Е₃. С помощью очередного случайного числа x определяем следующее состояние системы по правилу:

Е₁, если $x \leq p_1$;

Е₂, если $p_1 < x \leq p_1 + p_2$;

Е₃, если $p_1 + p_2 < x$.

3) Вычислить относительные частоты каждого состояния системы за 24 шага перехода плюс исходное состояние.

4) Вычислить вероятности каждого состояния системы за 5 шагов, начиная с заданного.

5) Вычислить предельные вероятности системы.

6. Выполнить сравнения:

а) при правильном расчете распределения вероятностей пункта 5 должны стремиться к предельным;

б) относительные частоты состояний должны не слишком отличаться от предельных (при большом числе шагов – стремятся к предельным).

Таблица случайных чисел

Табл. 6

0.837	0.953	0.787	0.608	0.136	0.880	0.364	0.206
0.665	0.188	0.118	0.440	0.086	0.305	0.454	0.386
0.524	0.273	0.996	0.032	0.851	0.922	0.416	0.091

Примечание. Порядок чисел в таблице построчный.