

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ Математическое моделирование

: 09.03.01

, :

: 2, : 4

		4
1	()	3
2		108
3	, .	61
4	, .	18
5	, .	0
6	, .	36
7	, .	18
8	, .	2
9	, .	5
10	, .	47
11	(, ,)	
12		

(): 09.03.01

5 12.01.2016 ., : 09.02.2016 .

: 1, ,

(): 09.03.01

,
,
,

6 20.06.2017
10/1 20.06.2017
7 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

,

:

,
,
,

:

. . .

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач; в части следующих результатов обучения:	
2.	
3.	()
Компетенция ФГОС: ОПК.3 способность разрабатывать бизнес-планы и технические задания на оснащение отделов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием; в части следующих результатов обучения:	
1.	-
Компетенция НГТУ: ПК.9.В/НИ готовность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности; в части следующих результатов обучения:	
11.	,
14.	
5.	
8.	(),

2.

2.1

	()
--	-----

.2. 2	
1.знать методы и инструментальные средства анализа и статистической обработки данных о функционировании объектов профессиональной деятельности	;
.2. 3 ()	
2.уметь применять методы и специализированные инструментальные средства математического моделирования (в том числе имитационного) для исследования объектов профессиональной деятельности	;
.3. 1 -	
3.уметь оформлять отчеты по научно-исследовательской работе в соответствии с требованиями ГОСТ	;
.9. / . 14	
4.уметь выполнять сравнительный анализ эффективности применения разных методов математического моделирования	;
.9. / . 11 ,	

5.уметь планировать и проводить машинные эксперименты с имитационными моделями объектов профессиональной деятельности, статистически обрабатывать результаты моделирования	;	;
.9. / . 8 (),		
6.уметь обосновывать выбор математических методов (моделей), компьютерных технологий и средств для решения задач исследования объектов профессиональной деятельности	;	;
.9. / . 5		
7.уметь математически формализовать постановку задачи исследования объектов профессиональной деятельности	;	;

3.

3.1

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

3.2

	,	.		
: 4				
:				
1.	6	8	2, 4, 6, 7	,
2.	6	8	2, 3, 7	,
GPSS				,
3.	2	8	2, 3, 7	,
ExtendSim				,

4.	0	4	4	,
5.	4	8	3,5	,

3.3

:				
: 4				
:				
1.	0	5	1	
:				
2.	0	10	1,2	
:				
3.	0	5	3,5	

4.

:				
: 4				
1		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	20	3
: []: - 3-4 230100 « »/ , 2011. - 1 (CD-ROM). - http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157721 . -				
2		1, 2, 4, 5, 6, 7	0	0
: []: - 3-4 230100 « »/ , 2011. - 1 (CD-ROM). - http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157721 . -				
3		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	7	2
: []: - 3-4 230100 « »/ , 2011. - 1 (CD-ROM). - http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157721 . -				
4		1, 2, 3, 5	20	0
: 2 3 : 3.3 , []: - 3-4 230100 « »/ , 2011. - 1 (CD-ROM). - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157721 . -				

5.

(. 5.1).

5.1

	-
	;
	e-mail; ;
	; ;

5.2

1		.2;
Формируемые умения: у3. уметь применять методы и специализированные инструментальные средства математического моделирования (в том числе имитационного) для исследования объектов профессиональной деятельности		
Краткое описание применения: разработка имитационного проекта системы		
[]: - ; - . - , [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149133 . - ."		

6.

(),

15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

: 4		
<i>Лабораторная:</i>	30	60
[]: - ; - . : , [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149133 . - ."		
<i>РГЗ:</i>	10	20
[]: - ; - . : , [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149133 . - ."		
<i>Зачет:</i>	10	20
[]: - ; - . : , [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149133 . - ."		

.2	2.		+
	3. ()	+	+
.3	1. -		+
	.9. / 11. ,	+	+
	.9. / 14.		+
	.9. / 5.		+
	.9. / 8. (),		+

1

7.

1. Сирота А. А. Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем : [учебное пособие для вузов по специальности "Прикладная информатика (по областям)" и др.] / А. Сирота. - М., 2006. - 279 с. : ил.
2. Альсова О. К. Имитационное моделирование систем в среде ExtendSim : учебное пособие / О. К. Альсова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 101, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000227593
3. Альсова О. К. Моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. К. Альсова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2010]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149133. - Загл. с экрана.
4. Информатика [Электронный ресурс] : учебник / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [О. К. Альсова и др.]. - Новосибирск, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000175426. - Загл. с этикетки диска.
5. Казанская О. В. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Казанская, О. К. Альсова, С. Г. Юн ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2010]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149255. - Загл. с экрана.

6. Казанская О. В. Модели и методы линейной и векторной оптимизации : учебное пособие / О. В. Казанская, С. Г. Юн, О. К. Альсова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 190, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000083719. - Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии".

1. Боев В. Д. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS WORLD : [учебное пособие] / Василий Боев. - СПб., 2004. - VIII, 348 с. : ил.
2. Томашевский В. Н. Имитационное моделирование в среде GPSS / В. Томашевский, Е. Жданова. - М., 2003. - 412 с. : ил.
3. Лоу А. М. Имитационное моделирование / Аверилл М. Лоу, В. Дэвид Кельтон ; [пер. с англ. под ред. В.Н. Томашевского]. - СПб. [и др.], 2004. - 846 с. : ил., табл.
4. Максимей И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ / И. В. Максимей. - М., 1988. - 230, [1] с. : табл., схемы
5. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко. - М., 1978. - 399 с. : ил.
6. Рыжиков Ю. И. Имитационное моделирование. Теория и технологии / Ю. И. Рыжиков. - Санкт-Петербург, 2004. - 380 с.
7. Чернецкий В. И. Математическое моделирование стохастических систем / В. И. Чернецкий. - Петрозаводск, 1994. - 488 с. : ил.
8. Колесников Г. С. Имитационное моделирование систем : учебное пособие / Г. С. Колесников, А. Г. Прохоров ; Моск. ин-т радиотехники, электроники и автоматики. - Москва, 1990. - 95 с. : ил.
9. Колесников Г. С. Моделирование сложных систем : учебное пособие / Г. С. Колесников ; Моск. ин-т радиотехники, электроники и автоматики. - Москва, 1986. - 95 с. : ил.

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

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

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

4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

8.

8.1

1. Альсова О. К. Имитационное моделирование информационно-вычислительных систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. К. Альсова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214518. - Загл. с экрана.
2. Альсова О. К. Моделирование систем : учебное пособие / О. К. Альсова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 71, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000068375
3. Моделирование систем. Ч. 1 : методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Моделирование" для 3-4 курсов АВТФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. О. К. Альсова]. - Новосибирск, 2006. - 66, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000059500

4. Моделирование систем. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Моделирование" для 3-4 курсов АВТФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. О. К. Альсова]. - Новосибирск, 2007. - 32, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000072423

5. Альсова О. К. Моделирование [Электронный ресурс] : учебно-методический комплекс для 3-4 курсов АВТФ по направлению 230100 «Информатика и вычислительная техника» / Альсова О. К. ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157721. - Загл. с тит. экрана.

8.2

- 1 ExtendSim
- 2 Office
- 3 Windows
- 4 GPSS World

9. -

1	(-) , ,	

1	(Internet)	

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

Кафедра автоматизированных систем управления
Кафедра автоматики
Кафедра вычислительной техники

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование

Образовательная программа: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, профиль:
Сетевые информационные технологии

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Математическое моделирование 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)
ОПК.2 способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	з2. знать методы и инструментальные средства анализа и статистической обработки данных о функционировании объектов профессиональной деятельности	Введение в математическое моделирование систем Обзор инструментальных средств математического моделирования систем		Зачет, вопросы 1-3
ОПК.2	у3. уметь применять методы и специализированные инструментальные средства математического моделирования (в том числе имитационного) для исследования объектов профессиональной деятельности	Методы имитационного моделирования систем Моделирование простейших систем на основе аналитического метода (теория систем массового обслуживания) Основные методы математического моделирования систем Основы теории систем массового обслуживания Разработка имитационных моделей систем в среде ExtendSim Разработка имитационных моделей систем средствами GPSS	РГЗ, разделы 1-9	Зачет, вопросы 4-20
ОПК.3 способность разрабатывать бизнес-планы и технические задания на оснащение отделов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием	у1. уметь оформлять отчеты по научно-исследовательской работе в соответствии с требованиями ГОСТ	Планирование машинных экспериментов с имитационными моделями систем Планирование экспериментов с моделями систем Разработка имитационных моделей систем в среде ExtendSim Разработка имитационных моделей систем средствами GPSS		Зачет, вопросы 21,22
ПК.9.В/НИ готовность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	у5. уметь математически формализовать постановку задачи исследования объектов профессиональной деятельности	Методы имитационного моделирования систем Основы теории систем массового обслуживания Разработка имитационных моделей систем в среде ExtendSim		Зачет, вопросы 4-20
ПК.9.В/НИ	у8. уметь обосновывать выбор математических методов (моделей),	Методы имитационного моделирования систем		Зачет, вопросы 4-12

	компьютерных технологий и средств для решения задач исследования объектов профессиональной деятельности			
ПК.9.В/НИ	у11. уметь планировать и проводить машинные эксперименты с имитационными моделями объектов профессиональной деятельности, статистически обрабатывать результаты моделирования	Планирование машинных экспериментов с имитационными моделями систем Планирование экспериментов с моделями систем	РГЗ, разделы 5-8	Зачет, вопросы 21
ПК.9.В/НИ	у14. уметь выполнять сравнительный анализ эффективности применения разных методов математического моделирования	Сравнительный анализ эффективности применения аналитических и имитационных методов для моделирования систем		Зачет, вопросы 4-20

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 4 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ОПК.3, ПК.9.В/НИ.

Зачет проводится в письменной форме, по билетам.

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

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

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

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2, ОПК.3, ПК.9.В/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

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 автоматики
Кафедра вычислительной техники

Паспорт зачета

по дисциплине «Математическое моделирование», 4 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый и второй вопросы выбираются из диапазона вопросов 1-22, (список вопросов приведен ниже), задача может быть одного из типов и выбирается из диапазона задач 1-6 (список задач приведен ниже). В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет АВТФ

Билет №1

к зачету по дисциплине «Математическое моделирование»

1. Теоретические основы метода статистического моделирования. Предельные теоремы Бернулли, Чебышева. Центральная предельная теорема.
2. Основные методы моделирования. Классификация видов моделирования.
3. Задача. Вычислительный комплекс имеет n процессоров. В случае максимальной загрузки задачи простаивают в очереди на выполнение 0,5 мин. (нормальный режим). Если отказывает хотя бы один процессор, то время ожидания увеличивается до 2,5 мин. (аварийный режим). Составить блок-схему имитации возможных режимов работы комплекса, подсчитать количество случаев аварийной работы, если вероятность отказа каждого процессора равна 0,1, а количество проводимых имитационных экспериментов – 1000.

Утверждаю: зав. кафедрой ВТ _____ Якименко А.А.

(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 ниже 10 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент выполнил два задания из трех, но с серьезными ошибками, замечаниями, недочетами. Студент знает основные определения и понятия теории моделирования, способен решать задачи моделирования простейших систем, оценка составляет 10-12 баллов.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если успешно выполнены два задания из трех, причем обязательно решена задача. Студент знает основные методы и подходы к моделированию систем, способен решать задачи моделирования по известным алгоритмам, оценка составляет 13-16 баллов.

- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если все задания выполнены полностью, без серьезных замечаний. Студент проводит сравнительный анализ понятий, теорий, методов моделирования, проводит комплексный анализ задач моделирования, оценивает эффективность системы по результатам моделирования и предлагает варианты оптимизации системы, оценка составляет 17-20 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если средняя сумма баллов по всем заданиям составляет не менее 10 баллов (максимальное количество баллов за зачет – 20).

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 «Математическое моделирование»

Вопросы к зачету

1. Основные определения и понятия теории моделирования.
2. Основные методы моделирования. Классификация видов моделирования.
3. Математическая модель системы.
4. Имитационное моделирование (ИМ). Области использования и достоинства ИМ. Проблемы ИМ.
5. Основные принципы имитационного моделирования. Принцип Δt и особых состояний δZ .
6. Математические основы имитационного моделирования. Методы генерации случайных чисел: аппаратный, табличный, программный.
7. Способ формирования значений равномерно-распределенной СВ на компьютере.
8. Алгоритмы генерации СЧ: метод серединных квадратов, мультипликативный метод, смешанный метод.
9. Моделирование значений СВ с заданным законом распределения: метод обратной функции, метод Неймана, метод кусочной аппроксимации функции плотности распределения, универсальный метод генерации последовательности значений нормально-распределенной СВ.
10. Имитационное моделирование событий: имитация простого события; имитация сложного события, состоящего из независимых событий; имитация сложного события, состоящего из зависимых событий; имитация полной группы событий.
11. Статистическое моделирование систем. Обработка результатов моделирования: оценка основных числовых характеристик; оценка функциональных характеристик распределения; проверка гипотезы о характере распределения выборочных данных (критерий хи-квадрат); построение доверительных интервалов для оценок характеристик; определение объема выборки, необходимого для оценки числовых характеристик с заданной точностью.
12. Теоретические основы метода статистического моделирования. Предельные теоремы Бернулли, Чебышева. Центральная предельная теорема.
13. Применение теории массового обслуживания при моделировании систем. Понятие системы массового обслуживания (СМО), классификация СМО, основные задачи теории СМО.
14. Основные понятия теории СМО. Потoki событий. Математическая модель потока событий. Математическая модель простейшего пуассоновского потока. Свойства простейшего пуассоновского потока: ординарность, отсутствие последействия, стационарность. Потoki Пальма. Потoki Эрланга К-го порядка. Их свойства. Имитационное моделирование потоков событий.

15. Представление СМО в виде размеченного графа состояний.
16. Основные понятия теории СМО. Случайный процесс. Марковский случайный процесс. Моделирование СМО, в которых протекают Марковские процессы с дискретным состоянием и дискретным временем. Нахождение вероятностей состояний системы на K -ом шаге. Стационарный режим, предельные вероятности. Условия существования стационарного режима. Нахождение предельных вероятностей состояний системы.
17. Моделирование СМО, в которых протекают Марковские процессы с дискретным состоянием и непрерывным временем. Нахождение вероятностей состояний системы в момент времени t . Вывод уравнений Колмогорова. Стационарный режим, предельные вероятности. Условия существования стационарного режима. Нахождение предельных вероятностей состояний системы.
18. Приближенное сведение не-Марковских процессов к Марковским. Метод «псевдосостояний».
19. Процессы «гибели» и «размножения». Основные типы СМО, в которых протекают процессы «гибели» и «размножения». Построение размеченного графа состояний. Расчет основных характеристик СМО.
20. СМО со «взаимопомощью» между каналами. СМО с ошибками в обслуживании заявок.
21. Планирование машинных экспериментов с имитационными моделями СМО. Основные понятия теории планирования экспериментов. Этапы планирования и проведения эксперимента.
22. Технология имитационного моделирования. Системный и классический подходы в моделировании систем.

Основные типы задач к зачету:

1. Построение простейших имитационных моделей средствами GPSS, Extend.
Задача. Морские суда двух типов приходят в порт, где происходит их разгрузка. В порту есть два буксира, обеспечивающие ввод и вывод кораблей из порта. Первый тип судов (корабли малого тоннажа) требуют использования одного буксира. Суда второго типа (корабли большого тоннажа) требуют двух буксиров. Из-за различия размеров двух типов кораблей и необходимы и причалы разного размера. Также корабли имеют разное время разгрузки и погрузки. Исходные данные приведены в таблице. Корабль, ожидающий освобождения причала, не обслуживается буксиром до тех пор, пока не будет предоставлен нужный причал. Корабль второго типа не займет буксир до тех пор, пока ему не будут доступны оба буксира. Смоделируйте работу системы в течение 8 часов. Напишите программу моделирования на GPSS.

<i>Параметры</i>	<i>Тип корабля</i>	
	<i>1</i>	<i>2</i>
Интервал прибытия, мин.	100-160	330-450
Время входа в порт, мин.	23-37	35-45
Количество доступных причалов	6	3
Время погрузки-разгрузки, мин.	10-14	14-22
Время выхода из порта, мин.	15-25	25-45

Задача. Изготовление деталей определенного вида включает процесс сборки и период обжига в печи. Пять сборщиков используют одну печь, в которой одновременно может обжигаться две детали. Сборщик не может начать новую сборку, пока не вытащил из печи предыдущую деталь. Сборка детали занимает 35-45 мин. (закон равномерный), обжиг 8-12 мин. (закон равномерный). Время извлечения детали из печи составляет в

среднем 5 мин. (закон экспоненциальный). Промоделируйте работу системы на протяжении рабочего дня (8 часов). Соберите статистическую информацию о длине очереди к печи. Напишите программу моделирования на GPSS.

2. Расчет характеристик, нахождение предельных вероятностей состояний основных типов СМО.

Задача. В трехканальную СМО с отказами поступает простейший поток с плотностью $\lambda = 0,2 \text{ с}^{-1}$. Интервал времени обслуживания Тоб. распределен по показательному закону, математическое ожидание $M[\text{Тоб.}] = 3 \text{ с}$. Построить размеченный граф состояний системы. Вычислить вероятность отказа, среднее число занятых каналов в системе, среднее время пребывания заявки в системе, вероятность простоя системы. Измените условие задачи: каждая заявка обслуживается тремя каналами. Рассчитайте характеристики СМО для этого случая. Сопоставьте эффективность 2-х вариантов СМО.

3. Моделирование последовательности значений случайных величин с использованием разных имитационных методов.

Задача. Получите преобразования, позволяющие симитировать значения СВ, распределенные в соответствии с заданной функцией плотности распределения вероятностей, с помощью метода обратной функции.

$$f(y) = \frac{y}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{y}{2\sigma^2}\right), y > 0.$$

В каких случаях может быть использован метод обратной функции? Достоинства и недостатки этого метода.

4. Имитационное моделирование событий.

Задача. Вычислительный комплекс имеет n процессоров. В случае максимальной загрузки задачи простаивают в очереди на выполнение 0,5 мин. (нормальный режим). Если отказывает хотя бы один процессор, то время ожидания увеличивается до 2,5 мин. (аварийный режим). Составить блок-схему имитации возможных режимов работы комплекса, подсчитать количество случаев аварийной работы, если вероятность отказа каждого процессора равна 0,1, а количество проводимых имитационных экспериментов – 1000.

5. Оценка функциональных характеристик выборочных данных, проверка гипотезы о согласии выборочных данных модели теоретического распределения.

Задача. По заданной выборке данных проверить гипотезу о согласии выборочных данных модели нормального закона распределения.

6. Построение доверительных интервалов для оценки математического ожидания, дисперсии. Расчет необходимого объема выборочных данных для оценки числовых характеристик с заданной точностью.

Задача. Задана выборка данных. Построить доверительный интервал для оценки математического ожидания с достоверностью 0,95.

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

**Паспорт
расчетно-графического задания (работы)**

по дисциплине «Математическое моделирование», 4 семестр

1. Методика оценки

Задание на РГР включает 9 пунктов, задание на РГР приведено в пункте 4.

Цель РГР: Изучить основные положения теории массового обслуживания, ознакомиться с методами анализа СМО, получить практические навыки использования этих методов на примере СМО $E^k/M/n/r$.

Структура РГР:

1. Цель работы, задание

2. Исследование СМО аналитическими методами

Размеченный граф состояний

Определение вероятностей состояний

3. Имитация работы системы массового обслуживания

Имитация работы СМО с одинаковыми интенсивностями обслуживания каналов

Имитация работы СМО с учетом дополнительных условий

4. Анализ результатов моделирования

Выводы

Литература

Приложение 1. Исходный текст программы имитации СМО с одинаковыми интенсивностями обслуживания каналов (с подробными комментариями). Результаты работы программы имитации.

Приложение 2. Исходный текст программы имитации СМО с учетом дополнительных условий (с подробными комментариями). Результаты работы программы имитации

В пункте «Исследование СМО аналитическими методами» приводятся граф состояний моделируемой СМО, расчет вероятностей состояний на основе уравнений Колмогорова, результаты расчета.

В пункте «Имитация работы системы массового обслуживания» приводятся описание программы имитации СМО для двух вариантов.

В пункте «Анализ результатов моделирования» - выводы по результатам проведенного исследования. Сравнение оценок параметров системы, полученных аналитическими методами и методами имитационного моделирования. Результаты статистической обработки результатов моделирования. Сравнение двух вариантов работы системы (без учета и с учетом дополнительных условий). Оценка эффективности системы массового обслуживания на примере реальной системы, предложения по улучшению работы СМО.

В пункте «Выводы» общие выводы по работе в произвольной форме.

2. Критерии оценки

• Работа считается **не выполненной**, если не выполнены задания пунктов 1-7, оценка

составляет ниже 10 баллов.

- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если выполнены пункты задания 1-7, части РГЗ(Р) выполнены формально, на проведен анализ объекта исследования, оценка составляет 10-14 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если выполнены пункты задания 1-8, с небольшими замечаниями по работе, оценка составляет 15-17 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если выполнены пункты задания 1-9, проведен углубленный анализ и оценка эффективности функционирования системы, выявлены причины снижения эффективности функционирования системы, проведены модельные эксперименты сформулированы рекомендации по оптимизации системы, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Для СМО, представленной в варианте, выполнить следующее.

1. Построить размеченный граф состояний.
2. Определить вероятности состояний на основе использования уравнений Колмогорова. В качестве интенсивности обслуживания для всех каналов принять усредненную величину, т.е.

$$\mu = \frac{\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_n}{n}.$$

3. Построить имитационную модель СМО, написать программу имитации для случая, когда интенсивность обслуживания всех каналов одинаковая и равна

$$\mu = \frac{\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_n}{n}.$$

4. Сымитировать работу СМО при числе заявок равном 200. По результатам имитационного моделирования рассчитать характеристики работы СМО:

- вероятность загрузки системы;
- вероятности загрузки 1- го канала, 2 – го канала, ..., n – го канала;
- среднее время обработки одной заявки каналами;
- среднее число занятых каналов;
- среднее время ожидания в очереди;
- среднее число требований в очереди;
- вероятность отказа в обслуживании;
- среднее число требований в системе;
- среднее время нахождения заявки в системе.

5. Для показателя «время нахождения заявки в системе» рассчитать оценки дисперсии, среднеквадратического отклонения, минимальное, максимальное значения, разброс значений (разница между максимальным и минимальным значениями). Построить гистограмму распределения времени нахождения заявки в системе. Выдвинуть предположение о виде закона распределения этого показателя. Проверить гипотезу о соответствии выборочного и предполагаемого теоретического распределений на основе критерия согласия хи-квадрат.

6. Повторить имитационный эксперимент 10 раз. Рассчитать среднее время пребывания в очереди, среднее время нахождения заявки в системе по результатам 10 экспериментов.

7. Сравнить оценки характеристик системы, полученные аналитическими методами и методами имитационного моделирования.

8. Построить имитационную модель СМО, написать программу имитации для случая, когда интенсивность обслуживания всех каналов разная (см. табл. 1) и введены дополнительные условия.

В зависимости от варианта (см. табл. 1):

- либо приоритеты каналов соответственно 1, 2, ... n, т.е. в случае, если свободны все каналы и приходит заявка, загружается первый канал; если первый занят – загружается второй канал и т.д., в процессе обслуживания возможен сбой;
- либо загрузка каналов равновероятна, в процессе обслуживания возможен сбой;
- либо каждая заявка одновременно обслуживается двумя каналами, соответственно интенсивность обслуживания рассчитывается как суммарная интенсивность работы двух каналов.

Сравнить данный вариант системы с вариантом системы п. 3. Сделать выводы относительно эффективности функционирования систем.

9. Сделать общие выводы по результатам проведенного исследования. Приведите пример реальной СМО, соответствующей схеме СМО вашего варианта. Сформулируйте критерии оптимальности функционирования этой реальной СМО (какие показатели эффективности важны для этой реальной СМО?). Оцените эффективность реализованной в РГР системы массового обслуживания, исходя из предложенных критериев оптимальности. Сформулируйте предложения по улучшению работы СМО.

Варианты РГР

СМО описывается с помощью стандартной системы обозначений (обозначения Кендалла/Башарина): A/B/n/r, где:

A – вид распределения интервалов входящего потока;

B – вид распределения времени обслуживания;

n- число каналов в СМО;

r – число мест для ожидания в очереди;

M – экспоненциальное распределение интервалов (марковский поток событий);

E^k – распределение Эрланга k – го порядка.

λ - интенсивность входного потока;

μ - интенсивность потока обслуживания заявок.

Каналы СМО имеют разную интенсивность обслуживания заявок, соответственно:

$\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$.

Таблица 1.

вариант	задание	дополнительные условия
1.	E3\M\3\2 $\lambda = 0,02; \mu_1 = 0,05; \mu_2 = 0,04; \mu_3 = 0,045$	загрузка каналов равновероятна, вероятность безошибочного обслуживания заявки 0,95.
2.	E2\M\3\2 $\lambda = 0,02; \mu_1 = 0,08; \mu_2 = 0,06; \mu_3 = 0,04$	приоритеты каналов соответственно 1, 2, ... n, вероятность безошибочного обслуживания заявки 0,9.
3.	E3\M\3\1 $\lambda = 0,02; \mu_1 = 0,06; \mu_2 = 0,07; \mu_3 = 0,06$	загрузка каналов равновероятна, вероятность безошибочного обслуживания заявки 0,85.
4.	E2\M\3\3 $\lambda = 0,02; \mu_1 = 0,05; \mu_2 = 0,052; \mu_3 = 0,044$	приоритеты каналов соответственно 1, 2, ... n,

		вероятность безошибочного обслуживания заявки 0,9.
5.	$M/E3/2/1 \lambda = 0,02; \mu_1 = 0,05; \mu_2 = 0,045$	одну заявку обслуживают два канала
6.	$M/E2/3/1 \lambda = 0,02; \mu_1 = 0,045; \mu_2 = 0,08; \mu_3 = 0,07$	Загрузка каналов равновероятна, вероятность безошибочного обслуживания заявки 0,95.
7.	$E3/M/3/2 \lambda = 0,02; \mu_1 = 0,05; \mu_2 = 0,065; \mu_3 = 0,08$	приоритеты каналов соответственно 1, 2, ... n, вероятность безошибочного обслуживания заявки 0,9.
8.	$M/E2/2/2 \lambda = 0,02; \mu_1 = 0,06; \mu_2 = 0,07$	одну заявку обслуживают два канала
9.	$E3/M/2/2 \lambda = 0,02; \mu_1 = 0,05; \mu_2 = 0,04$	одну заявку обслуживают два канала
10.	$E2/M/2/4 \lambda = 0,02; \mu_1 = 0,055; \mu_2 = 0,06$	загрузка каналов равновероятна, вероятность безошибочного обслуживания заявки 0,95.