

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № 8/1/2025

от 25.08.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 09.03.04 Программная инженерия

<b>Семестр</b>	<b>Трудоемкость, кред.</b>	<b>Общий объем курса, час.</b>	<b>Лекции, час.</b>	<b>Практич. занятия, час.</b>	<b>Лаборат. работы, час.</b>	<b>В форме практической подготовки/ В</b>	<b>СРС, час.</b>	<b>КСР, час.</b>	<b>Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП</b>
7	4	144	8	24	16		34	8	Э КР
Итого	4	144	8	24	16	8	34	8	

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина предназначена для изучения понятий имитационного моделирования (ИМ), для освоения способов мышления имитационного моделирования, развития умения в постановке задачи ИМ и в умении построить модели имитационного моделирования, в изучении построения имитационных моделей систем массового обслуживания на примере системы моделирования GPSS, для изучения основных и расширенных возможностей системы моделирования GPSS. Практическая цель дисциплины - развитие навыков в постановке задачи имитационного моделирования, в построении имитационных моделей в системе массового обслуживания на базе системы GPSS. В методических указаниях приведены примеры постановки задач имитационного моделирования и их моделей в системе моделирования GPSS.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина предназначена для изучения понятий имитационного моделирования, для освоения способов мышления имитационного моделирования, развития умения в постановке задачи ИМ и в умении построить модели имитационного моделирования, в изучении построения имитационных моделей систем массового обслуживания на примере системы моделирования, для изучения основных и расширенных возможностей системы моделирования. Практическая цель дисциплины - развитие навыков в постановке задачи имитационного моделирования, в построении имитационных моделей в системе массового обслуживания на базе системы. В методических указаниях приведены примеры постановки задач имитационного моделирования и их моделей в системе моделирования.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина Моделирование систем относится к дисциплинам по выбору профессионального цикла.

Для успешного обучения требуются знания в объеме первых трех курсов обучения.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-2 [1] – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	З-ОПК-2 [1] – Знает принципы работы современных информационных технологий У-ОПК-2 [1] – Умеет использовать программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности В-ОПК-2 [1] – Владеет программными средствами, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
производственно-технологический			
<p>- освоение и применение средств автоматизированного проектирования, разработки, тестирования и сопровождения программного обеспечения; - освоение и применение методов и инструментальных средств управления инженерной деятельностью и процессами жизненного цикла программного обеспечения; - использование типовых методов для контроля, оценки и обеспечения качества программной продукции; - обеспечение соответствия разрабатываемого программного обеспечения и технической документации российским и международным стандартам, техническим условиям, ведомственным нормативным документам и стандартам предприятия; - участие в процессах разработки программного обеспечения</p>	<p>- программный продукт (создаваемое программное обеспечение) - процессы жизненного цикла программного продукта - методы и инструменты разработки программного продукта</p>	<p>ПК-1 [1] - способен применять основные методы и инструменты разработки программного обеспечения</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001, 06.017</p>	<p>З-ПК-1[1] - Знать основные понятия из области разработки программных систем, применяемые метрики, методы и инструментальные средства.; У-ПК-1[1] - Уметь применять основные методы разработки программного обеспечения; применять основные инструменты разработки программного обеспечения; В-ПК-1[1] - Владеть основными методами разработки программного обеспечения; основными инструментами разработки программного обеспечения</p>

<p>- освоение и применение средств автоматизированного проектирования, разработки, тестирования и сопровождения программного обеспечения; - освоение и применение методов и инструментальных средств управления инженерной деятельностью и процессами жизненного цикла программного обеспечения; - использование типовых методов для контроля, оценки и обеспечения качества программной продукции; - обеспечение соответствия разрабатываемого программного обеспечения и технической документации российским и международным стандартам, техническим условиям, ведомственным нормативным документам и стандартам предприятия; - участие в процессах разработки программного обеспечения</p>	<p>- программный продукт (создаваемое программное обеспечение) - процессы жизненного цикла программного продукта - методы и инструменты разработки программного продукта</p>	<p>ПК-2 [1] - способен применять навыки использования операционных систем, сетевых технологий, средств разработки программного интерфейса, применения языков и методов формальных спецификаций, систем управления базами данных</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001, 06.011, 06.025</p>	<p>З-ПК-2[1] - Знать средства разработки программного интерфейса; языки и методы формальных спецификаций; системы управления базами данных; У-ПК-2[1] - Уметь применять языки и методы формальных спецификаций; навыками использования операционных систем; навыками использования сетевых технологий; навыками использования средств разработки программного интерфейса.; В-ПК-2[1] - Владеть навыками применения языков и методов формальных спецификаций, навыками применения системами управления базами данных</p>
<p><b>организационно-управленческий</b></p>			
<p>- участие в составлении технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование, программное</p>	<p>- программный проект (проект разработки программного продукта) - процессы жизненного цикла программного</p>	<p>ПК-10 [1] - способен применять методы контроля проекта и готовностью осуществлять контроль версий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный</p>	<p>З-ПК-10[1] - Знать методы контроля проекта; У-ПК-10[1] - Уметь осуществлять контроль версий; В-ПК-10[1] - Владеть методами контроля проекта</p>

<p>обеспечение) и установленной отчетности по утвержденным формам; - планирование и организация собственной работы; - планирование и координация работ по настройке и сопровождению программного продукта; - организация работы малых коллективов исполнителей программного проекта; - участие в проведении технико-экономического обоснования программных проектов; - взаимодействие с заказчиком в процессе выполнения программного проекта</p>	<p>продукта - методы и инструменты разработки программного продукта - персонал, участвующий в процессах жизненного цикла</p>	<p>стандарт: 06.001, 06.016</p>	
<p>научно-исследовательский</p>			
<p>- участие в проведении научных исследований (экспериментов, наблюдений и количественных измерений), связанных с объектами профессиональной деятельности (программными продуктами, проектами, процессами, методами и инструментами программной инженерии), в соответствии с утвержденными заданиями и методиками; - построение моделей объектов профессиональной деятельности с использованием инструментальных</p>	<p>- программный проект (проект разработки программного продукта) - программный продукт (создаваемое программное обеспечение) - процессы жизненного цикла программного продукта - методы и инструменты разработки программного продукта</p>	<p>ПК-11 [1] - способен к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-11[1] - Знать методы формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования; У-ПК-11[1] - Уметь формализовать в своей предметной области ; В-ПК-11[1] - Владеть методами формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования</p>

<p>средств компьютерного моделирования; - составление описания проводимых исследований, подготовка данных для составления обзоров и отчетов;</p>			
<p>- участие в проведении научных исследований (экспериментов, наблюдений и количественных измерений), связанных с объектами профессиональной деятельности (программными продуктами, проектами, процессами, методами и инструментами программной инженерии), в соответствии с утвержденными заданиями и методиками; - построение моделей объектов профессиональной деятельности с использованием инструментальных средств компьютерного моделирования; - составление описания проводимых исследований, подготовка данных для составления обзоров и отчетов;</p>	<p>- программный продукт (проект разработки программного продукта) - программный продукт (создаваемое программное обеспечение) - процессы жизненного цикла программного продукта - методы и инструменты разработки программного продукта</p>	<p>ПК-14 [1] - способен готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, публиковать результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-14[1] - Знать правила оформления научно-технических отчетов; правила публикации результатов исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях; ; У-ПК-14[1] - Уметь готовить презентации; оформлять научно-технические отчеты; оформлять результаты исследований в виде статей; В-ПК-14[1] - Владеть способами публикации результатов исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях</p>

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие

	(B18)	<p>посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.</p>
Профессиональное воспитание	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> </ul> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul>
Профессиональное воспитание	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование профессионально значимых установок: не производить, не копировать и не использовать программные и технические средства, не приобретённые на</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Информатика (Основы программирования)", Программирование (Объектно-ориентированное программирование)", "Программирование (Алгоритмы и</p>

	<p>законных основаниях; не нарушать признанные нормы авторского права; не нарушать тайны передачи сообщений, не практиковать вскрытие информационных систем и сетей передачи данных; соблюдать конфиденциальность доверенной информации (B40)</p>	<p>структуры данных)" для формирования культуры написания и оформления программ, а также привития навыков командной работы за счет использования систем управления проектами и контроля версий.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплины "Проектная практика" для формирования культуры решения изобретательских задач, развития логического мышления, путем погружения студентов в научную и инновационную деятельность института и вовлечения в проектную работу.</p> <p>3.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин для формирования навыков цифровой гигиены, а также системности и гибкости мышления, посредством изучения методологических и технологических основ обеспечения информационной безопасности и кибербезопасности при выполнении и защите результатов учебных заданий и лабораторных работ по криптографическим методам защиты информации в компьютерных системах и сетях.</p> <p>4.Использование воспитательного потенциала дисциплин "Информатика (Основы программирования)", Программирование (Объектно-ориентированное программирование)", "Программирование (Алгоритмы и структуры данных)" для формирования культуры безопасного программирования посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий.</p> <p>5.Использование воспитательного потенциала дисциплины "Проектная практика" для формирования системного подхода по обеспечению информационной</p>
--	---	---

		безопасности и кибербезопасности в различных сферах деятельности посредством исследования и перенятия опыта постановки и решения научно-практических задач организациями-партнерами.
--	--	--

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Понятия ИМ. Основные особенности системы моделирования GPSS	1-8	4/12/8		25	КИ-8	3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-14, У-ПК-14, В-ПК-14
2	Расширенные возможности системы моделирования GPSS	10-16	4/12/8		25	КИ-15	3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-10, У-ПК-10,

							В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-14, У-ПК-14, В-ПК-14
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		8/24/16		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>				50	Э, КР	3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-14, У-ПК-14, В-ПК-14, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-14, У-ПК-14, В-ПК-14, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам

Э	Экзамен
КР	Курсовая работа

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	8	24	16
<b>1-8</b>	<b>Понятия ИМ. Основные особенности системы моделирования GPSS</b>	4	12	8
1 - 8	<b>Понятия ИМ. Основные особенности системы моделирования GPSS</b> Понятия ИМ. Основные особенности системы моделирования GPSS	Всего аудиторных часов		
		4	12	8
		Онлайн		
		0	0	0
<b>10-16</b>	<b>Расширенные возможности системы моделирования GPSS</b>	4	12	8
9 - 16	<b>Расширенные возможности системы моделирования GPSS</b> Расширенные возможности системы моделирования GPSS	Всего аудиторных часов		
		4	12	8
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

#### ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1 - 9	<b>Понятия ИМ. Основные особенности системы моделирования GPSS</b> Понятия ИМ. Основные особенности системы моделирования GPSS
10 - 15	<b>Понятия ИМ. Основные особенности системы моделирования GPSS</b> Понятия ИМ. Основные особенности системы моделирования GPSS

#### ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1 - 9	<b>Понятия ИМ. Основные особенности системы моделирования GPSS</b> Понятия ИМ. Основные особенности системы моделирования GPSS
10 - 15	<b>Понятия ИМ. Основные особенности системы моделирования GPSS</b>

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. Лекционные и семинарские занятия:

- учебное пособие,
- аудитория.

2. Лабораторные занятия:

- компьютерный класс

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ОПК-2	З-ОПК-2	КР, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-2	КР, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-2	КР, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-1	З-ПК-1	КР, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1	КР, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1	КР, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-10	З-ПК-10	КР, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-10	КР, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-10	КР, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-11	З-ПК-11	КР, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-11	КР, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-11	КР, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-14	З-ПК-14	КР, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-14	КР, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-14	КР, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	КР, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	КР, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	КР, Э, КИ-8, КИ-15

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Б95 Программирование в системе моделирования GPSS : учебное пособие, Бычков С.П., Храмов А.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
2. 004 Б95 Программирование в системе моделирования GPSS : учебное пособие, Бычков С.П., Храмов А.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 519 М74 Моделирование систем : учебное пособие, , Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2011

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Методические указания по подготовке к семинарским занятиям, лабораторным работам и для выполнения контрольной работы

Рассмотрим следующую задачу, которая использует основные средства системы моделирования GPSS.

Система обработки данных состоит из двух ЭВМ, которые соединены каналом связи. На вход системы задания поступают в интервале от 10 сек до 40 сек. Вначале задание записывается в буфер ЭВМ1, затем встает в очередь на обработку к ЭВМ1. Если буфер ЭВМ1 уже заполнен, то задание теряется. Объем буфера ЭВМ1 5 заданий. Обработка задания на ЭВМ1 выполняется за время в интервале от 16 до 30 сек. Буфер ЭВМ1 задание освобождает после завершения обработки на ЭВМ1.

Затем задание передаётся по каналу связи за 13 сек на ЭВМ2.

Далее задание записывается в буфер ЭВМ2, затем встает в очередь на обработку к ЭВМ2. Если буфер ЭВМ2 уже заполнен, то задание теряется. Объем буфера ЭВМ2 7 заданий. Обработка задания на ЭВМ2 выполняется за время в интервале от 14 до 22 сек. Буфер ЭВМ2 задание освобождает после завершения обработки на ЭВМ2.

На ЭВМ2 поступают помехи со временем в интервале от 100 сек до 160 сек.

Восстановление работоспособности ЭВМ2 выполняется за время в интервале от 30 сек до 70 сек.

В результате моделирования нужно определить:

- загрузку ЭВМ1, ЭВМ2 и канала;
- характеристики очередей к ЭВМ1 и ЭВМ2;
- количество потерянных заданий на каждом этапе;
- распределение времени пребывания заданий в системе.

Время моделирования работы системы 10 часов.

Модель этой системы имеет вид:

```
GENERATE 30,10          входной поток заданий
GATE SNF BUF1,LOSS1     проверка буфера1 на полноту
* если буфер заполнен, то задание теряется - на метку Loss1
ENTER BUF1,1           запись задания в буфер1
```

QUEUE QUE1           встать в очередь1  
 SEIZE EVM1           начать обработку на ЭВМ1  
 DEPART QUE1         уйти из очереди1  
 ADVANCE 23,7         время обработки на ЭВМ1  
 RELEASE EVM1         закончить обработку на ЭВМ1  
 LEAVE BUF1           освободить буфер1  
 SEIZE CHAN           начать передачу задания по каналу  
 ADVANCE 13           время передачи по каналу  
 RELEASE CHAN         освободить канал  
 \* продолжение обработки задания на ЭВМ2  
 GATE SNF BUF2,LOSS2 проверка буфера2 на полноту  
 \* если буфер заполнен, то задание теряется - на метку Loss2  
 ENTER BUF2,1         запись задания в буфер2  
 QUEUE QUE2           встать в очередь2  
 SEIZE EVM2           начать обработку на ЭВМ2  
 DEPART QUE2         уйти из очереди2  
 ADVANCE 18,4         время обработки на ЭВМ2  
 RELEASE EVM2         закончить обработку на ЭВМ2  
 LEAVE BUF2           освободить буфер2  
 TABULATE TABL1       запись в таблицу времени  
 \* пребывания задания в системе  
 TERMINATE           выход задания из системы  
 LOSS1 TERMINATE       подсчёт потерянных заданий  
 LOSS2 TERMINATE       подсчёт потерянных заданий  
 GENERATE 130,30       поток помех на ЭВМ2  
 PREEMPT EVM2         поломка ЭВМ2  
 ADVANCE 50,20        время восстановления работы ЭВМ2  
 RETURN EVM2         восстановление работы ЭВМ2  
 TERMINATE  
 BUF1 STORAGE 5        ёмкость буфер1  
 BUF2 STORAGE 7        ёмкость буфер2  
 TABL1 TABLE M1,40,40,7 описание таблицы  
 \* \* CLOCK            часы  
 GENERATE 1            тикают  
 TERMINATE 1           часы  
 START 36000    моделирование работы  
 \*                    системы в течение 36000 единиц времени

Система моделирования GPSS присваивает последовательно внутренние номера в каждом классе объектов - устройства, память, очереди, таблицы.

После завершения моделирования выводится таблица соответствия идентификаторов объектов (SYMBOL) и их внутренних номеров (VALUE), которые представлены в следующей таблице.

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	36000.000	31	3	2

В нашей модели 3 устройства, которые представлены идентификаторами EVM1, EVM2 и CHAN (FACILITY). По результатам моделирования выводятся данные о степени загрузки устройства (UTILIZATION), о количестве транзактов, прошедших через него (ENTRIES), среднем времени пребывания транзакта в этом устройстве (AVERAGE TIME). Доступности устройства на момент завершения моделирования (AVAIL). Если устройство доступно, то AVAIL=1. Эти сведения представлены в следующей таблице

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.
EVM1	1198	0.761	22.880	1
CHAN	1198	0.433	12.997	1
EVM2	1468	0.982	24.080	1

В модели используется 2 очереди – QUE1 и QUE2.

По результатам моделирования выводятся:

- максимальное значение очереди за время моделирования (MAXIMUM);
- среднее содержимое очереди (AVERAGE CONTENT);
- количество входов - транзактов в очередь (TOTAL ENTRIES);
- количество транзактов в очереди, которые ждали ноль времени (ZERO ENTRIES);
- процент «нулей» в очереди (PERC. ZERO);
- среднее время пребывания транзакта в очереди с учётом «нулей» (AVERAGE TIME);
- среднее время пребывания транзакта в очереди без учёта «нулей» (AVERAGE (-0));
- текущее содержимое очереди на момент завершения моделирования (CURRENT CONTENT).

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)		
QUE1	1	0	1198	964	0.026	0.777	3.978	0
QUE2	6	0	1192	67	2.021	61.025	64.659	0

Относительно памяти выводятся следующие данные. Объявленная емкость памяти (STORAGE CAPACITY), максимальное содержимое памяти (MAXIMUM CONTENT), которое было зафиксировано за время моделирования, среднее использование памяти (AVERAGE UTILIZ.), количество входов (транзактов) в память за время моделирования (ENTRIES), среднее время нахождения транзакта в памяти (AVERAGE TIME/TR), среднее содержимое памяти (AVERAGE CONTENT), текущее содержимое памяти (CURRENT CONTENT).

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY
BUF1	5	5	0	2	1198	1	0.787	0.157	0
BUF2	7	6	0	7	1192	1	2.974	0.425	0

Статистический объект «Таблица» представляет в построенной модели распределение времени пребывания заявки в системе от момента входа заявки в систему до момента завершения её обслуживания. Аргумент таблицы разбит на 10 интервалов по 30 единиц времени. Правая граница первого интервала 50 единиц времени.

Представлены:

- количество транзактов (заявок), учтённых таблицей (ENTRIES IN TABLE);
- значение аргумента у среднего значения таблицы (MEAN ARGUMENT);

- стандартное отклонение от среднего значения (STANDARD DEVIATION).

В самой таблице указаны:

- правые границы интервалов (UPPER LIMIT);

- количество значений времени пребывания транзакта в системе, которые попали в этот интервал (OBSERVED FREQUENCY);

- процент этого значения от общего количества, учтённых в таблице значений (PERCENT OF TOTAL);

TABLE	MEAN	STD.DEV		
TABL1	126.517	43.443		0
.	RANGE		FREQUENCY	CUM.%
40.000 -	80.000	178	14.95	
80.000 -	120.000	392	47.86	
120.000 -	160.000	367	78.67	
160.000 -	200.000	179	93.70	
200.000 -	240.000	62	98.91	
240.000 -	_	13	100.00	

Методические указания по подготовке к семинарским занятиям, лабораторным работам и для выполнения курсовой работы

При выполнении курсовой работы используются более развитые возможности системы моделирования GPSS.

Рассмотрим пример модели многоканальной СМО.

Задача

На вход многоканальной СМО с тремя каналами связи поступают потоки заявок разных типов.

Интервал появления заявок распределен по экспоненциальному закону. Среднее значение равно 20 единицам времени. Каждая заявка равновероятно с вероятностью 0.2 относится к одному из типов заявок – 1, 2, 3, 4, 5. Заявка поступает на свободный канал.

Передача по каналу связи для всех типов заявок одинаковая и занимает 50 единиц времени.

Каждый тип заявок обслуживается своим типом устройства. Время обслуживания подчинено экспоненциальному закону со средним значением, соответствующим типу заявки – 20, 50, 10, 40, 25 единиц времени.

В результате моделирования нужно определить:

- характеристики общей очереди к каналам связи для всех типов заявок;

- характеристики очередей к каждому типу устройств;

- распределение времени пребывания заявок в системе.

Время моделирования – 30000 единиц времени.

Модель этой системы имеет вид:

SIMULATE

FUNE FUNCTION RN1,C25

0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.9  
2,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7.0/.9997,8.8

TIP FUNCTION RN2,D5

```

.2,1/4,2/.6,3/.8,4/1,5      выбор типа заявки
MEAN FUNCTION P1,D5
1,20/2,50/3,10/4,40/5,25   выбор среднего значения
*                             для каждого типа заявки
CHANN STORAGE 3             три канала

SYS_T TABLE M1,50,40,10
GENERATE 20,FN$FUNE         заявка на входе
*                             многоканальной системы
ASSIGN 1, FN$TIP            запись в P1 типа заявки
*
QUEUE CH_OCH               заявку в общую очередь к каналам
*                             для всех типов заявок
ENTER CHANN                 помещение заявки
*                             в свободный канал
DEPART CH_OCH              выход заявки из общей
*                             очереди к каналам
ADVANCE 50                  обработка заявки каналом
LEAVE CHANN                 освобождение канала
QUEUE P1                    вход заявки в свою очередь
*                             в соответствии с типом заявки
SEIZE P1                    обработка заявки своим устройством
*
DEPART P1                   выход заявки из своей очереди
*
ADVANCE FN$MEAN,FN$FUNE
*                             обработка заявки своим устройством
RELEASE P1                  возврат устройства
TABULATE SYS_T             запись времени пребывания заявки
*                             в системе в таблицу
TERMINATE                   выход заявки из системы
GENERATE 1                  моделирование времени работы системы
*                             в течение 30000 единиц времени
TERMINATE 1
START 30000
END

```

Для моделирования системы из трёх каналов (многоканальной системы) используется накопитель из трёх единиц памяти. Заявка входит в тот канал (единицу памяти), которая свободна в этот момент.

Для моделирования пяти очередей и пяти устройств для обработки заявок используется косвенный адрес, т.е. значение первого параметра транзакта – P1, куда записан тип заявки.

Система моделирования GPSS присваивает последовательно внутренние номера в каждом классе объектов - устройства, память, очереди, таблицы.

После завершения моделирования выводится таблица соответствия идентификаторов объектов (SYMBOL) и их внутренних номеров (VALUE), которые представлены в следующей таблице.

SYMBOL	VALUE	SYMBOL	VALUE
=====	=====	=====	=====
CHANN	4	CH_OCH	7
FUNE	1	MEAN	3
QUE_T	5	SYS_T	6
TIP	2		

Далее выводится время, затраченное на работу модели в относительных единицах (30000), которые связаны со временем проблемной области моделируемой системы.

RELATIVE CLOCK      30000    ABSOLUTE CLOCK      30000

Каждый выполняемый блок также имеет порядковый номер (BLOCK). После завершения моделирования выводятся данные о том, сколько транзактов прошло через этот блок (TOTAL) и сколько транзактов находится в этом блоке на момент завершения моделирования (CURRENT). Эти сведения представлены в следующей таблице.

BLOCK COUNTS

BLOCK CURRENT TOTAL    BLOCK CURRENT TOTAL    BLOCK CURRENT TOTAL

1	1	1520	2	0	1519	3	1	1519
4	0	1518	5	0	1518	6	3	1518
7	0	1515	8	1	1515	9	0	1514
10	0	1514	11	1	1514	12	0	1513
13	0	1513	14	0	1513	15	1	30001
16	0	30000						

В нашей модели 5 устройств, которые представлены внутренними номерами 1, 2, 3, 4, 5 (FACILITY). А в модели доступны через косвенный адрес – значение параметра транзакта – P1. По результатам моделирования выводятся данные о степени загрузки устройства (AVERAGE UTILIZATION), о количестве транзактов, прошедших через него (NUMBER ENTRIES), среднем времени пребывания транзакта в этом устройстве (AVERAGE TIME/TRAN). Эти сведения представлены в следующей таблице.

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	NUMBER ENTRIES	AVERAGE TIME/TRAN	SEIZING TRANS.NO.	PREEMPTING TRANS.NO.
1	0.19	302	18.75		
2	0.49	296	49.82		
3	0.09	292	9.68		
4	0.46	332	41.34	7	
5	0.22	292	23.01		

Относительно памяти выводятся следующие данные. Объявленная емкость памяти (STORAGE CAPACITY), максимальное содержимое памяти (MAXIMUM CONTENT), которое было зафиксировано за время моделирования, среднее использование памяти (AVERAGE UTILIZ.), количество входов (транзактов) в память за время моделирования (ENTRIES), среднее время нахождения транзакта в памяти (AVERAGE TIME/TR), среднее содержимое памяти (AVERAGE CONTENT), текущее содержимое памяти (CURRENT CONTENT).

STORAGE CAPACITY	MAXIMUM CONTENT	AVERAGE UTILIZ.	ENTRIES	AVERAGE TIME/TR	AVERAGE CONTENT
4	3	0.84	1518	49.97	2.00

В модели используется 6 очередей. Одна очередь представлена именем CH\_OCH и имеет внутренний номер 7. Остальные 5 очередей доступны через косвенный адрес – значение параметра транзакта P1 и поэтому имеют только внутренние номера от 1 до 5 (QUEUE).

По результатам моделирования выводится:

- максимальное значение очереди за время моделирования (MAXIMUM CONTENT);
- среднее содержимое очереди (AVERAGE CONTENT);
- количество входов - транзактов в очередь (TOTAL ENTRIES);
- количество транзактов в очереди, которые ждали ноль времени (ZERO ENTRIES);
- процент «нулей» в очереди (PERC. ZERO);
- среднее время пребывания транзакта в очереди с учётом «нулей» (AVERAGE TIME/TR);
- среднее время пребывания транзакта в очереди без учёта «нулей» (\$AVERAGE TIME/TR);
- номер таблицы QTABLE для очереди (TABLE);
- текущее содержимое очереди на момент завершения моделирования (CURRENT CONTENT).

QUEUE TABLE	MAXIMUM CONTENT	AVERAGE CONTENT	TOTAL ENTRIES	ZERO ENTRIES	PERC. ZERO	AVERAGE TIME/TR	\$AVERAGE TIME/TR	NUMBR
1	2	0.03	302	258	85.43	2.64	18.09	0
2	6	0.38	296	155	52.36	38.13	80.04	0
3	2	0.01	292	269	92.12	0.79	10.00	0
4	5	0.31	333	210	63.06	27.93	75.62	1
5	3	0.04	292	243	83.22	4.25	25.35	0
7	25	2.39	1519	478	31.47	47.14	68.78	1

Статистический объект «Таблица» представляет в построенной модели распределение времени пребывания заявки в системе от момента входа заявки в систему до момента завершения её обслуживания. Аргумент таблицы разбит на 10 интервалов по 30 единиц времени. Правая граница первого интервала 50 единиц времени.

Представлены:

- количество транзактов (заявок), учтённых таблицей (ENTRIES IN TABLE);
- значение аргумента у среднего значения таблицы (MEAN ARGUMENT);

- стандартное отклонение от среднего значения (STANDARD DEVIATION).

В самой таблице указаны:

- правые границы интервалов (UPPER LIMIT);

- количество значений времени пребывания транзакта в системе, которые попали в этот интервал (OBSERVED FREQUENCY);

- процент этого значения от общего количества, учтённых в таблице значений (PERCENT OF TOTAL);

TABLE NO. 6

ENTRIES IN TABLE	MEAN ARGUMENT	STANDARD DEVIATION	SUM OF ARGUMENTS
------------------	---------------	--------------------	------------------

1513	141.13	90.08	213534.0
------	--------	-------	----------

UPPER DEVIATION	OBSERVED FREQUENCY	PERCENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	CUMULATIVE REMAINDER	MULTIPLE OF MEAN FROM MEAN
-----------------	--------------------	------------------	-----------------------	----------------------	----------------------------

50	16	1.06	1.06	98.94	0.35	-1.01
----	----	------	------	-------	------	-------

80	422	27.89	28.95	71.05	0.57	-0.68
----	-----	-------	-------	-------	------	-------

110	309	20.42	49.37	50.63	0.78	-0.35
-----	-----	-------	-------	-------	------	-------

140	216	14.28	63.65	36.35	0.99	-0.01
-----	-----	-------	-------	-------	------	-------

170	152	10.05	73.69	26.31	1.20	0.32
-----	-----	-------	-------	-------	------	------

200	97	6.41	80.11	19.89	1.42	0.65
-----	----	------	-------	-------	------	------

230	82	5.42	85.53	14.47	1.63	0.99
-----	----	------	-------	-------	------	------

260	56	3.70	89.23	10.77	1.84	1.32
-----	----	------	-------	-------	------	------

290	39	2.58	91.80	8.20	2.05	1.65
-----	----	------	-------	------	------	------

OVRFLO	124	8.20	100.00	0.00		
--------	-----	------	--------	------	--	--

--	--	--	--	--	--	--

AVERAGE VALUE OF OVERFLOW 367.09

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Методические указания по подготовке к семинарским занятиям, лабораторным работам и для выполнения контрольной работы

Рассмотрим следующую задачу, которая использует основные средства системы моделирования GPSS.

Система обработки данных состоит из двух ЭВМ, которые соединены каналом связи. На вход системы задания поступают в интервале от 10 сек до 40 сек. Вначале задание записывается в буфер ЭВМ1, затем встает в очередь на обработку к ЭВМ1. Если буфер ЭВМ1 уже заполнен, то задание теряется. Объём буфера ЭВМ1 5 заданий. Обработка задания на ЭВМ1 выполняется за время в интервале от 16 до 30 сек. Буфер ЭВМ1 задание освобождает после завершения обработки на ЭВМ1.

Затем задание передаётся по каналу связи за 13 сек на ЭВМ2.

Далее задание записывается в буфер ЭВМ2, затем встает в очередь на обработку к ЭВМ2. Если буфер ЭВМ2 уже заполнен, то задание теряется. Объём буфера ЭВМ2 7 заданий.

Обработка задания на ЭВМ2 выполняется за время в интервале от 14 до 22 сек. Буфер ЭВМ2 задание освобождает после завершения обработки на ЭВМ2.

На ЭВМ2 поступают помехи со временем в интервале от 100 сек до 160 сек.

Восстановление работоспособности ЭВМ2 выполняется за время в интервале от 30 сек до 70 сек.

В результате моделирования нужно определить:

- загрузку ЭВМ1, ЭВМ2 и канала;
- характеристики очередей к ЭВМ1 и ЭВМ2;
- количество потерянных заданий на каждом этапе;
- распределение времени пребывания заданий в системе.

Время моделирования работы системы 10 часов.

Модель этой системы имеет вид:

```
GENERATE 30,10          входной поток заданий
GATE SNF BUF1,LOSS1    проверка буфера1 на полноту
* если буфер заполнен, то задание теряется - на метку Loss1
ENTER BUF1,1          запись задания в буфер1
QUEUE QUE1            встать в очередь1
SEIZE EVM1            начать обработку на ЭВМ1
DEPART QUE1           уйти из очереди1
ADVANCE 23,7          время обработки на ЭВМ1
RELEASE EVM1          закончить обработку на ЭВМ1
LEAVE BUF1            освободить буфер1
SEIZE CHAN            начать передачу задания по каналу
ADVANCE 13            время передачи по каналу
RELEASE CHAN          освободить канал
* продолжение обработки задания на ЭВМ2
GATE SNF BUF2,LOSS2    проверка буфера2 на полноту
* если буфер заполнен, то задание теряется - на метку Loss2
ENTER BUF2,1          запись задания в буфер2
QUEUE QUE2            встать в очередь2
SEIZE EVM2            начать обработку на ЭВМ2
DEPART QUE2           уйти из очереди2
ADVANCE 18,4          время обработки на ЭВМ2
RELEASE EVM2          закончить обработку на ЭВМ2
LEAVE BUF2            освободить буфер2
TABULATE TABL1        запись в таблицу времени
* пребывания задания в системе
TERMINATE             выход задания из системы
LOSS1 TERMINATE       подсчёт потерянных заданий
LOSS2 TERMINATE       подсчёт потерянных заданий
GENERATE 130,30        поток помех на ЭВМ2
PREEMPT EVM2          поломка ЭВМ2
ADVANCE 50,20         время восстановления работы ЭВМ2
RETURN EVM2           восстановление работы ЭВМ2
```

```

TERMINATE
BUF1 STORAGE 5          ёмкость буфер1
BUF2  STORAGE 7          ёмкость буфер2
TABL1 TABLE M1,40,40,7  описание таблицы
* * CLOCK              часы
GENERATE 1              тикают
TERMINATE 1             часы
START 36000  моделирование работы
*                       системы в течение 36000 единиц времени

```

Система моделирования GPSS присваивает последовательно внутренние номера в каждом классе объектов - устройства, память, очереди, таблицы.

После завершения моделирования выводится таблица соответствия идентификаторов объектов (SYMBOL) и их внутренних номеров (VALUE), которые представлены в следующей таблице.

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	36000.000	31	3	2

В нашей модели 3 устройства, которые представлены идентификаторами EVM1, EVM2 и CHAN (FACILITY). По результатам моделирования выводятся данные о степени загрузки устройства (UTILIZATION), о количестве транзактов, прошедших через него (ENTRIES), среднем времени пребывания транзакта в этом устройстве (AVERAGE TIME). Доступности устройства на момент завершения моделирования (AVAIL). Если устройство доступно, то AVAIL=1. Эти сведения представлены в следующей таблице

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.
EVM1	1198	0.761	22.880	1
CHAN	1198	0.433	12.997	1
EVM2	1468	0.982	24.080	1

В модели используется 2 очереди – QUE1 и QUE2.

По результатам моделирования выводится:

- максимальное значение очереди за время моделирования (MAXIMUM);
- среднее содержимое очереди (AVERAGE CONTENT);
- количество входов - транзактов в очередь (TOTAL ENTRIES);
- количество транзактов в очереди, которые ждали ноль времени (ZERO ENTRIES);
- процент «нулей» в очереди (PERC. ZERO);
- среднее время пребывания транзакта в очереди с учётом «нулей» (AVERAGE TIME);
- среднее время пребывания транзакта в очереди без учёта «нулей» (AVERAGE (-0));
- текущее содержимое очереди на момент завершения моделирования (CURRENT CONTENT).

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	
RETRY								
QUE1	1	0	1198	964	0.026	0.777	3.978	0
QUE2	6	0	1192	67	2.021	61.025	64.659	0

Относительно памяти выводятся следующие данные. Объявленная емкость памяти (STORAGE CAPACITY), максимальное содержимое памяти (MAXIMUM CONTENT), которое было зафиксировано за время моделирования, среднее использование памяти (AVERAGE UTILIZ.), количество входов (транзактов) в память за время моделирования (ENTRIES), среднее время нахождения транзакта в памяти (AVERAGE TIME/TR), среднее содержимое памяти (AVERAGE CONTENT), текущее содержимое памяти (CURRENT CONTENT).

STORAGE DELAY	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY
BUF1	5	5	0	2	1198	1	0.787	0.157	0
BUF2	7	6	0	7	1192	1	2.974	0.425	0

Статистический объект «Таблица» представляет в построенной модели распределение времени пребывания заявки в системе от момента входа заявки в систему до момента завершения её обслуживания. Аргумент таблицы разбит на 10 интервалов по 30 единиц времени. Правая граница первого интервала 50 единиц времени.

Представлены:

- количество транзактов (заявок), учтённых таблицей (ENTRIES IN TABLE);
- значение аргумента у среднего значения таблицы (MEAN ARGUMENT);
- стандартное отклонение от среднего значения (STANDARD DEVIATION).

В самой таблице указаны:

- правые границы интервалов (UPPER LIMIT);
- количество значений времени пребывания транзакта в системе, которые попали в этот интервал (OBSERVED FREQUENCY);
- процент этого значения от общего количества, учтённых в таблице значений (PERCENT OF TOTAL);

TABLE	MEAN	STD.DEV	
TABL1	126.517	43.443	0
.	RANGE	FREQUENCY	CUM.%
40.000 -	80.000	178	14.95
80.000 -	120.000	392	47.86
120.000 -	160.000	367	78.67
160.000 -	200.000	179	93.70
200.000 -	240.000	62	98.91
240.000 -	_	13	100.00

Методические указания по подготовке к семинарским занятиям, лабораторным работам и для выполнения курсовой работы

При выполнении курсовой работы используются более развитые возможности системы моделирования GPSS.

Рассмотрим пример модели многоканальной СМО.

Задача

На вход многоканальной СМО с тремя каналами связи поступают потоки заявок разных типов.

Интервал появления заявок распределен по экспоненциальному закону. Среднее значение равно 20 единицам времени. Каждая заявка равновероятно с вероятностью 0.2 относится к одному из типов заявок – 1, 2, 3, 4, 5. Заявка поступает на свободный канал.

Передача по каналу связи для всех типов заявок одинаковая и занимает 50 единиц времени.

Каждый тип заявок обслуживается своим типом устройства. Время обслуживания подчинено экспоненциальному закону со средним значением, соответствующим типу заявки – 20, 50, 10, 40, 25 единиц времени.

В результате моделирования нужно определить:

- характеристики общей очереди к каналам связи для всех типов заявок;
- характеристики очередей к каждому типу устройств;
- распределение времени пребывания заявок в системе.

Время моделирования – 30000 единиц времени.

Модель этой системы имеет вид:

```
SIMULATE
FUNF FUNCTION RN1,C25
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.9
2,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7.0/.9997,8.8
TIP FUNCTION RN2,D5
.2,1/.4,2/.6,3/.8,4/1,5      выбор типа заявки
MEAN FUNCTION P1,D5
1,20/2,50/3,10/4,40/5,25     выбор среднего значения
*                             для каждого типа заявки
CHANN STORAGE 3              три канала

SYS_T TABLE M1,50,40,10
GENERATE 20,FN$FUNF          заявка на входе
*                             многоканальной системы
ASSIGN 1, FN$TIP              запись в P1 типа заявки
*
QUEUE CH_OCH                 заявку в общую очередь к каналам
*                             для всех типов заявок
ENTER CHANN                  помещение заявки
*                             в свободный канал
DEPART CH_OCH                выход заявки из общей
*                             очереди к каналам
ADVANCE 50                    обработка заявки каналом
LEAVE CHANN                  освобождение канала
QUEUE P1                      вход заявки в свою очередь
*                             в соответствии с типом заявки
SEIZE P1                      обработка заявки своим устройством
*
DEPART P1                    выход заявки из своей очереди
*
```

```

ADVANCE FN$MEAN, FN$FUNЕ
*
                                обработка заявки своим устройством
RELEASE P1                      возврат устройства
TABULATE SYS_T                  запись времени пребывания заявки
*
                                в системе в таблицу
TERMINATE                       выход заявки из системы
GENERATE 1                      моделирование времени работы системы
*
                                в течение 30000 единиц времени
TERMINATE 1
START 30000
END

```

Для моделирования системы из трёх каналов (многоканальной системы) используется накопитель из трёх единиц памяти. Заявка входит в тот канал (единицу памяти), которая свободна в этот момент.

Для моделирования пяти очередей и пяти устройств для обработки заявок используется косвенный адрес, т.е. значение первого параметра транзакта – P1, куда записан тип заявки.

Система моделирования GPSS присваивает последовательно внутренние номера в каждом классе объектов - устройства, память, очереди, таблицы.

После завершения моделирования выводится таблица соответствия идентификаторов объектов (SYMBOL) и их внутренних номеров (VALUE), которые представлены в следующей таблице.

SYMBOL	VALUE	SYMBOL	VALUE
=====	=====	=====	=====
CHANN	4	CH_OCH	7
FUNE	1	MEAN	3
QUE_T	5	SYS_T	6
TIP	2		

Далее выводится время, затраченное на работу модели в относительных единицах (30000), которые связаны со временем проблемной области моделируемой системы.

```

RELATIVE CLOCK    30000 ABSOLUTE CLOCK    30000

```

Каждый выполняемый блок также имеет порядковый номер (BLOCK). После завершения моделирования выводятся данные о том, сколько транзактов прошло через этот блок (TOTAL) и сколько транзактов находится в этом блоке на момент завершения моделирования (CURRENT). Эти сведения представлены в следующей таблице.

```

BLOCK COUNTS
BLOCK CURRENT TOTAL  BLOCK CURRENT TOTAL  BLOCK CURRENT TOTAL

```

1	1	1520	2	0	1519	3	1	1519
4	0	1518	5	0	1518	6	3	1518
7	0	1515	8	1	1515	9	0	1514
10	0	1514	11	1	1514	12	0	1513
13	0	1513	14	0	1513	15	1	30001
16	0	30000						

В нашей модели 5 устройств, которые представлены внутренними номерами 1, 2, 3, 4, 5 (FACILITY). А в модели доступны через косвенный адрес – значение параметра транзакта – P1. По результатам моделирования выводятся данные о степени загрузки устройства (AVERAGE UTILIZATION), о количестве транзактов, прошедших через него (NUMBER ENTRIES), среднем времени пребывания транзакта в этом устройстве (AVERAGE TIME/TRAN). Эти сведения представлены в следующей таблице.

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	NUMBER ENTRIES	AVERAGE TIME/TRAN	SEIZING TRANS.NO.	PREEMPTING TRANS.NO.
1	0.19	302	18.75		
2	0.49	296	49.82		
3	0.09	292	9.68		
4	0.46	332	41.34	7	
5	0.22	292	23.01		

Относительно памяти выводятся следующие данные. Объявленная емкость памяти (STORAGE CAPACITY), максимальное содержимое памяти (MAXIMUM CONTENT), которое было зафиксировано за время моделирования, среднее использование памяти (AVERAGE UTILIZ.), количество входов (транзактов) в память за время моделирования (ENTRIES), среднее время нахождения транзакта в памяти (AVERAGE TIME/TR), среднее содержимое памяти (AVERAGE CONTENT), текущее содержимое памяти (CURRENT CONTENT).

STORAGE CAPACITY	MAXIMUM CONTENT	AVERAGE UTILIZ.	ENTRIES	AVERAGE TIME/TR	AVERAGE CONTENT
4	3	0.84	1518	49.97	2.00
					3

В модели используется 6 очередей. Одна очередь представлена именем CH\_OCH и имеет внутренний номер 7. Остальные 5 очередей доступны через косвенный адрес – значение параметра транзакта P1 и поэтому имеют только внутренние номера от 1 до 5 (QUEUE).

По результатам моделирования выводятся:

- максимальное значение очереди за время моделирования (MAXIMUM CONTENT);
- среднее содержимое очереди (AVERAGE CONTENT);
- количество входов - транзатов в очередь (TOTAL ENTRIES);
- количество транзатов в очереди, которые ждали ноль времени (ZERO ENTRIES);
- процент «нулей» в очереди (PERC. ZERO);
- среднее время пребывания транзакта в очереди с учётом «нулей» (AVERAGE TIME/TR);
- среднее время пребывания транзакта в очереди без учёта «нулей» (\$AVERAGE TIME/TR);
- номер таблицы QTABLE для очереди (TABLE);

-текущее содержимое очереди на момент завершения моделирования (CURRENT CONTENT).

QUEUE MAXIMUM AVERAGE TOTAL ZERO PERC. AVERAGE \$AVERAGE  
TABLE CURRENT

CONTENT CONTENT ENTRIES ENTRIES ZERO TIME/TR TIME/TR NUMBR  
CONTENT

1	2	0.03	302	258	85.43	2.64	18.09	0
2	6	0.38	296	155	52.36	38.13	80.04	0
3	2	0.01	292	269	92.12	0.79	10.00	0
4	5	0.31	333	210	63.06	27.93	75.62	1
5	3	0.04	292	243	83.22	4.25	25.35	0
7	25	2.39	1519	478	31.47	47.14	68.78	1

Статистический объект «Таблица» представляет в построенной модели распределение времени пребывания заявки в системе от момента входа заявки в систему до момента завершения её обслуживания. Аргумент таблицы разбит на 10 интервалов по 30 единиц времени. Правая граница первого интервала 50 единиц времени.

Представлены:

- количество транзактов (заявок), учтённых таблицей (ENTRIES IN TABLE);
- значение аргумента у среднего значения таблицы (MEAN ARGUMENT);
- стандартное отклонение от среднего значения (STANDARD DEVIATION).

В самой таблице указаны:

- правые границы интервалов (UPPER LIMIT);
- количество значений времени пребывания транзакта в системе, которые попали в этот интервал (OBSERVED FREQUENCY);

- процент этого значения от общего количества, учтённых в таблице значений (PERCENT OF TOTAL);

TABLE NO. 6

ENTRIES IN TABLE MEAN ARGUMENT STANDARD DEVIATION SUM OF  
ARGUMENTS

1513	141.13	90.08	213534.0
------	--------	-------	----------

UPPER OBSERVED PERCENT CUMULATIVE CUMULATIVE MULTIPLE  
DEVIATION

LIMIT FREQUENCY OF TOTAL PERCENTAGE REMAINDER OF MEAN FROM  
MEAN

50	16	1.06	1.06	98.94	0.35	-1.01
80	422	27.89	28.95	71.05	0.57	-0.68
110	309	20.42	49.37	50.63	0.78	-0.35
140	216	14.28	63.65	36.35	0.99	-0.01
170	152	10.05	73.69	26.31	1.20	0.32
200	97	6.41	80.11	19.89	1.42	0.65
230	82	5.42	85.53	14.47	1.63	0.99
260	56	3.70	89.23	10.77	1.84	1.32
290	39	2.58	91.80	8.20	2.05	1.65
OVRFLO	124	8.20	100.00	0.00		

AVERAGE VALUE OF OVERFLOW 367.09

Автор(ы):

Паронджанов Сергей Сергеевич

Демидов Дмитрий Витальевич, к.т.н.