

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Кафедра инфокоммуникаций**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ**

Направление подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и
системы связи

Профиль: Технологии построения программно-управляемых систем и
компьютерных сетей

Ставрополь 2026

Введение

Практические занятия включает в себя пять работ, предусмотренных рабочей учебной программой данной дисциплины. В каждой работе приводятся название работы, цель, задания с набором вариантов исходных данных, примеры составления некоторых программ, требования к содержанию отчёта и контрольные вопросы.

При подготовке к практическому занятию необходимо изучить теоретический материал по имеющемуся в ЭУМКД конспекту лекций, а также по приведенной литературе и внимательно проработать примеры и задачи по соответствующей теме. После выполнения каждой и оформления отчёта проводится её защита. При этом студент должен аргументированно ответить на все вопросы, относящиеся к выполнению работы и анализу полученных результатов.

Практические занятия выполняются в компьютерном классе на персональном компьютере с использованием пакета имитационного моделирования GPSS World и пакета Excel. Система имитационного моделирования GPSS в наибольшей степени подходит для моделирования реальных объектов, которые могут быть представлены в виде одного или нескольких узлов систем массового обслуживания (СМО). В языке моделирования GPSS имеются специальные средства для моделирования потоков заявок, одноканальных и многоканальных узлов СМО, очередей и т.п. Язык GPSS позволяет моделировать практически любые СМО: разомкнутые и замкнутые, одноканальные и многоканальные, с неограниченными очередями, отказами, ограничениями на очередь и др. Основные характеристики СМО (коэффициенты загрузки узлов, длины очередей и т.д.) автоматически определяются в процессе моделирования и выводятся в составе выходных данных модели. В то же время с помощью языка GPSS могут решаться задачи моделирования систем, для которых обычно не используется описание в виде СМО. Система GPSS основана на использовании метода Монте-Карло, а операции метода Монте-Карло (обращения к генераторам случайных чисел, проверка условий и т.п.) выполняются в языке GPSS автоматически, т.е. они скрыты от пользователя. Однако при необходимости пользователь имеет возможность реализовать в программе на GPSS операции этого метода. В данных лабораторных работах используется одна из реализаций современной системы моделирования GPSS – система GPSS World.

Вторая часть практических занятий посвящена задаче эффективного использования серверов ИС, обеспечения их оптимальной загрузки, разработки и реализации оптимальных алгоритмов распределения нагрузки по серверам кластеров ЦОД. При решении данной задачи использованы пять серверов различных конфигураций. Сервера взяты с одного из сервисов компании Amazon – Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2). В процессе разработки данного проекта подбирается алгоритм распределения ресурсов серверов ЦОД. Для этого необходимо составить матрицу ресурсов ЦОД, далее внести в таблицу Excel все технические характеристики используемых серверов (количество виртуальных процессоров, производительность процессоров, объем оперативно запоминающего устройства (ОЗУ), объем жёстких дисков и пропускная способность сети.) Далее составить математическую модель оптимального распределения ресурсов и средствами Excel решить поставленную задачу.

Содержание отчёта

Отчёт по практическому занятию представляется к защите в распечатанном виде. При защите студент должен аргументированно ответить на все вопросы, относящиеся к выполнению работы и анализу полученных результатов. В отчёте должна содержаться следующая информация:

- задание согласно варианту;
- алгоритм программы;
- листинг программы;
- выходная статистика и её анализ, выводы.

Практическое занятие №1

Тема: Разработка имитационной модели управления очередями сетевых пакетов на беспроводных маршрутизаторах стандарта IEEE 802.11

Вопросы

1. Анализ алгоритмов управления очередями сетевых пакетов на беспроводных маршрутизаторах стандарта IEEE 802.11.
2. Разработка и исследование моделей управления очередями сетевых пакетов на беспроводных маршрутизаторах.
3. Экспериментальные исследования, получение количественных результатов и их анализ, выводы.

Цель: Повышение эффективности информационного взаимодействия при сетевом обмене данными беспроводных систем.

Имитационная модель (программа) на языке GPSS World представляет собой последовательность операторов (их называют блоками), отображающих события, происходящие в СМО при перемещениях транзактов. Поскольку в интерпретаторах GPSS реализуется событийный метод и в СМО может быть одновременно много транзактов, то интерпретатор будет попеременно исполнять разные фрагменты программы, имитируя продвижения транзактов в текущий момент времени до их задержки в некоторых устройствах или очередях.

В лабораторной работе исследуется работа трех алгоритмов управления очередями сетевых маршрутизаторов:

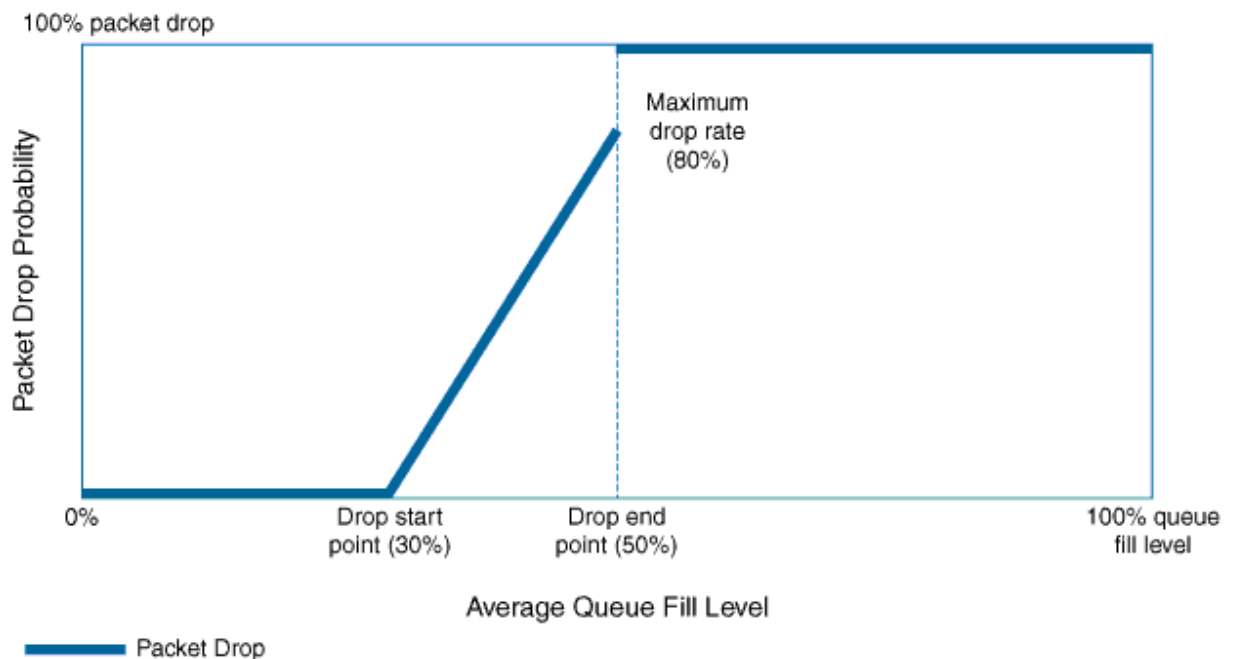
1. Drop Tail
2. RED
3. RiO.

Tail drop (Отбрасывание конца очереди) – один из простейших алгоритмов для управления переполнением очередей маршрутизаторов. В отличие от более сложных алгоритмов, таких как RED и WRED, в Tail Drop трафик не разделяется по типам пакетов.

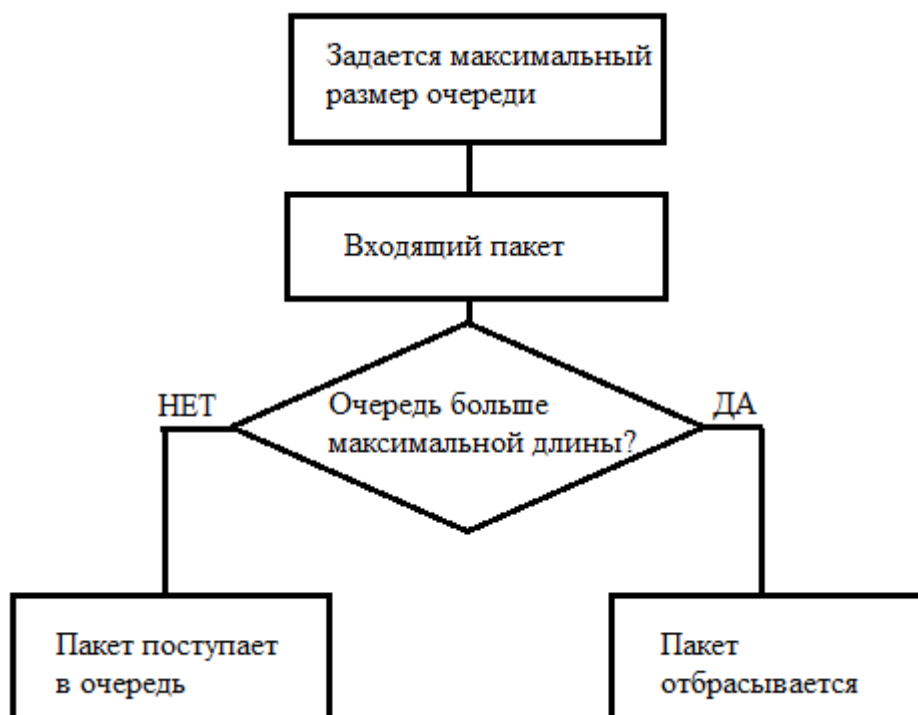
Принцип алгоритма: задается максимальный размер очереди (в пакетах или в байтах), вновь прибывающий пакет помещается в конец очереди, когда очередь заполняется до некоторого заданного максимального размера, все вновь

поступающие пакеты отбрасываются, пока очередь не будет иметь место, достаточное для поступления входящего трафика.

Принцип действия алгоритм Drop Tail



Блок-схема алгоритма DropTail

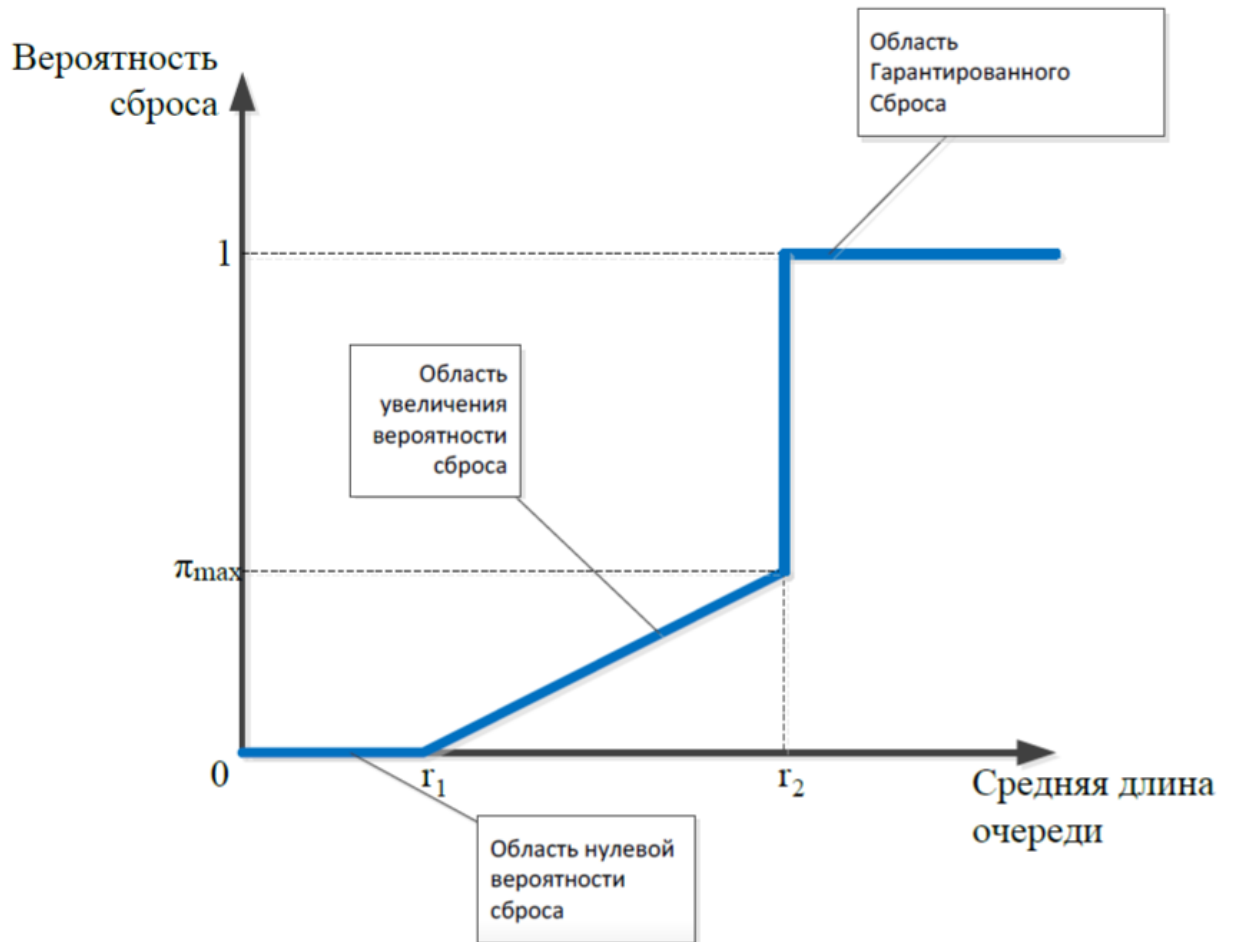


Random early detection (RED) (Произвольное Раннее Обнаружение) – один из алгоритмов AQM для управления переполнением очередей маршрутизаторов.

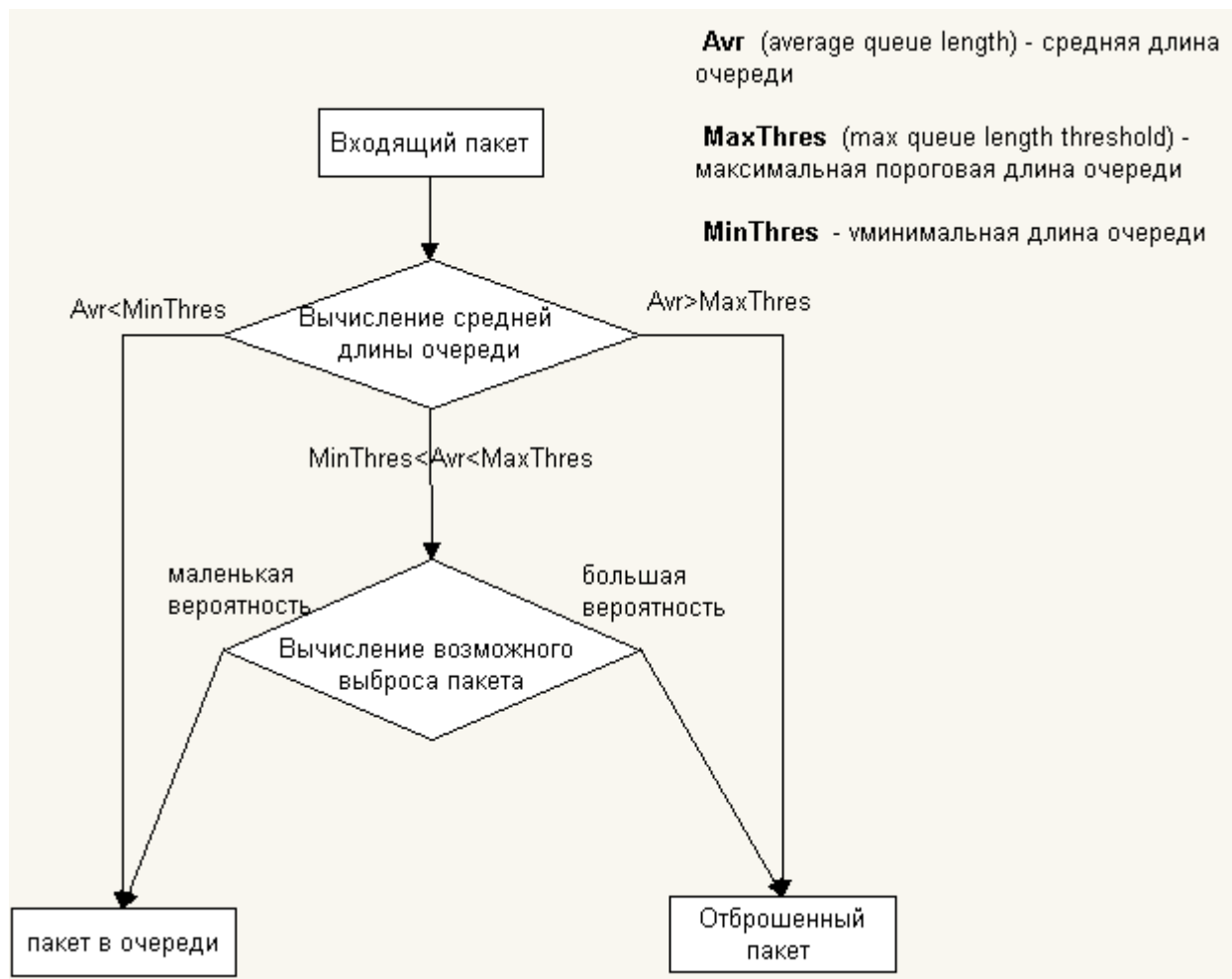
Принцип алгоритма: RED отслеживает средний размер очереди и отбрасываемых пакетов, основываясь на статистической вероятности. Также RED

может использовать отслеживание пометок ECN. Когда заполненность буфера маршрутизатора превышает какое-либо пороговое значение, вероятность отбрасывания входящего пакета зависит от степени превышения этого порогового значения.

Принцип действия алгоритм RED



Блок-схема алгоритма RED



Описание работы алгоритма RED

Алгоритм состоит из двух частей: оценка среднего размера очереди и принятие решения о сбросе вновь поступившего пакета. При поступлении

каждого нового пакета, используя фильтр высоких частот совместно с «экспоненциально взвешенной скользящей средней» EWMA (low-pass filter

with an exponentially weighed moving average), RED определяет средний

размер очереди avg . Далее значение avg сравнивается со значениями ранее определенных границ: верхней max_th и нижней min_th , которые определяют степень нагрузки в очереди.

В случае если значение avg принадлежит интервалу $[0; min_th]$, то поступающий пакет помещается в очередь, если же значение avg принадлежит интервалу $[min_th; max_th]$, то вычисляется вероятность сброса пакета P_a , и либо с вероятностью P_0 осуществляется сброс поступающего пакета, либо с вероятностью

(1 — P0) поступающий пакет помещается в очередь. Если же значение среднего размера очереди avg превышает значение max_th , то поступающий пакет обязательно сбрасывается. Заметим, что вероятность сброса пакета является функцией от переменной avg , т.е. с повышением нагрузки повышается вероятность сброса поступающего пакета. Следует отметить, что RED также имеет возможность осуществлять не сброс пакетов, а маркировку. Маркировка может быть произведена посредством изменения какого-либо бита в каком-либо опциональном поле в заголовке пакета с целью извещения протокола транспортного уровня, например, TCP, о надвигающейся перегрузке. Тогда в этом случае, если в приемнике реализован протокол, понимающий маркирование пакета, то протокол приемника должен понизить размер окна и, тем самым, сообщить источнику о необходимости понижения нагрузки. В результате этого источник должен понизить размер окна и, тем самым, понизить количество пакетов, передаваемых в сеть за некоторый промежуток времени. Реализация маркировки пакета в RED более эффективна, чем реализация сброса в случае функционирования на транспортном уровне протокола, подобного TCP, а в случае если осуществляется управление потоками UDP, то RED должен реализовать функцию сброса. Таким образом, RED состоит из двух различных алгоритмов: с помощью алгоритма вычисления среднего размера очереди фактически вычисляется степень пачечности нагрузки, которая может быть принята буфером; алгоритм подсчета вероятности маркировки или сброса пакета на основе известного значения нагрузки (т.е. значения средней длины очереди) определяет как часто маршрутизатор маркирует или сбрасывает пакеты.

Целью функционирования RED в маршрутизаторе является такая реализация маркировки/сброса пакетов, при которой будет соблюдаться принцип «справедливого распределения ресурсов» и избегание «глобальной синхронизации».

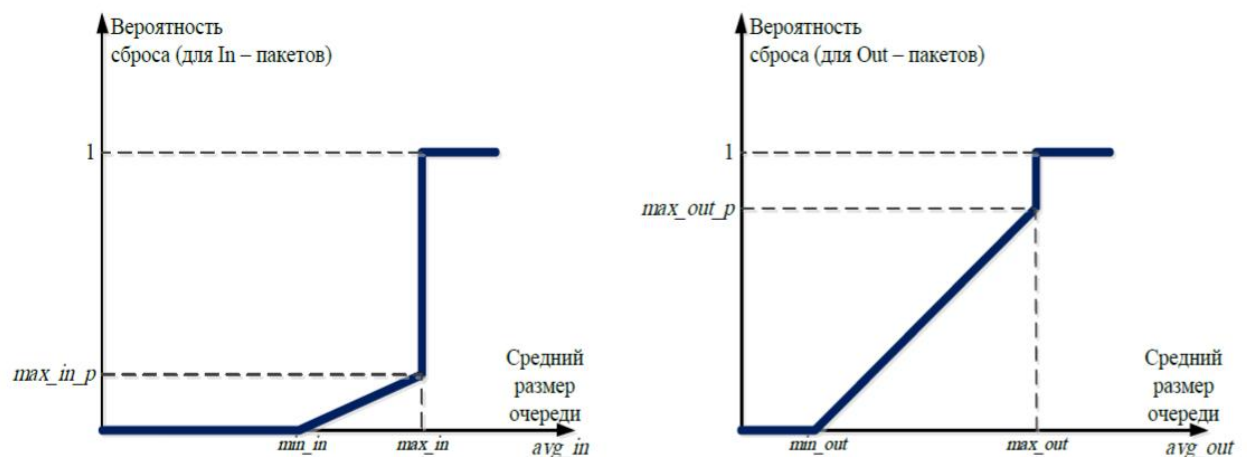
Алгоритм RIO

Алгоритм управления очередью **RIO (RED In & Out)** полностью аналогичен алгоритму RED за исключением того, что он параметризуется двумя наборами значений параметров - каждый набор для отдельного класса пакетов. Предполагается, что существует два класса пакетов – *немаркированные (in-profile)*,

т.е. когда пакет принадлежит потоку, значения параметров которого не превышают заранее определенных величин, и *маркированные (out-profile)*, т.е. когда пакет принадлежит потоку, значения параметров которого превышают заранее определенные величины. RIO различает оба класса пакетов посредством анализа заголовка и поэтому имеет возможность осуществлять сброс маркированных пакетов с большей вероятностью, нежели немаркированных, таким образом, обеспечивая защиту от сброса немаркированными пакетам.

В связи с тем, что алгоритм RIO является модификацией алгоритма RED, очевидно, что принципы функционирования этих алгоритмов одинаковы. Фактически RIO является усложненной версией RED, т.к. существует необходимость контролировать два набора параметров: один - для пакетов с низким приоритетом (немаркированные), другой – с высоким приоритетом (маркированные).

Принцип действия алгоритм RIO





Рассмотрим принцип функционирования алгоритма RIO. Очевидно, что при поступлении пакета в очередь, необходимо определить к какому классу относится данный пакет. Если пакет немаркированный (далее для простоты будем называть такой пакет In-пакет), то осуществляется вычисление сред-

него размера очереди avg_in , которая состоит только из In-пакетов. Если пакет маркированный (далее для простоты будем называть такой пакет Out-пакет), то осуществляется вычисление среднего размера всей очереди

avg_total . Здесь стоит отметить важную деталь, что вероятность сброса In-пакета зависит от среднего размера очереди, состоящей только из In-пакетов, в то время как вероятность сброса Out-пакета зависит от среднего размера очереди, состоящей из пакетов обоих классов, In-пакетов и Out-пакетов. Заметим, что все пакеты независимо от их класса поступают в одну

физическую очередь типа FIFO. Очередь, состоящая только из In-пакетов, физически не существует, ее размер подсчитывается специальной

процедурой. На рисунке представлены функции вероятности сброса пакета в зависимости от среднего размера очереди для In-пакетов и Out- пакетов. Как видно и как можно предположить, исходя из принципов функционирования алгоритма RED, для каждого класса пакетов необходимо определить следующие параметры функционирования:

- Min_in: нижняя граница для In-пакетов;
- Max_in: верхняя граница для In-пакетов;
- Min_out: нижняя граница для Out-пакетов;
- Max_out: верхняя граница для Out-пакетов;
- Max_in_p: максимальное значение вероятности сброса для In-пакетов;
- Max_out_p: максимальное значение вероятности сброса для Out-пакетов.

Для выполнения данной лабораторной работы понадобится интерпретатор программы GPSS World. Программный продукт можно скачать по ссылке <http://www.minutemansoftware.com/downloads.asp>. Для установки GPSS необходимо пройти по ссылке, нажать на кнопку “GPSS World Student Version”:

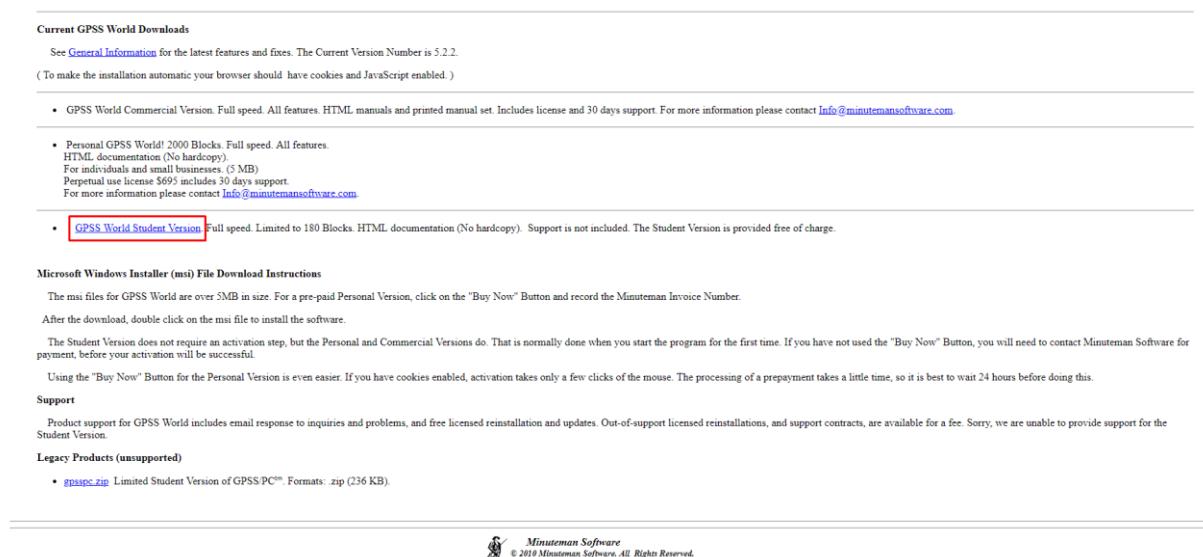


Рисунок 1 Полная страница скачивание

- GPSS World Commercial Version. Full speed. All features. HTML manuals
- Personal GPSS World! 2000 Blocks. Full speed. All features. HTML documentation (No hardcopy). For individuals and small businesses. (5 MB) Perpetual use license \$695 includes 30 days support. For more information please contact Info@minutemansoftware.com.
- **GPSS World Student Version**. Full speed. Limited to 180 Blocks. HTML

Microsoft Windows Installer (msi) File Download Instructions

The msi files for GPSS World are over 5MB in size. For a pre-paid Personal Ver

Рисунок 2 в масштабе

После чего с сайта загрузится установщик. **Установка простая: на каждом шаге нажимать «Next».** Запускаем программу, переходим на вкладку **File-New**. Далее выбираем **Model**, жмем **Ok**. Проверяем работу системы путем запуска простейшей программы

GENERATE 1 ; Время генерирования одной транзакции

TERMINATE 1 ; Удаляем одну транзакцию

START 10 ; Время моделирования 10 ед. времени

Чтобы запустить программу переходим на вкладку **Command>Create Simulation**.

В итоге должно появиться два окна-журнал ошибок и листинг отчета.

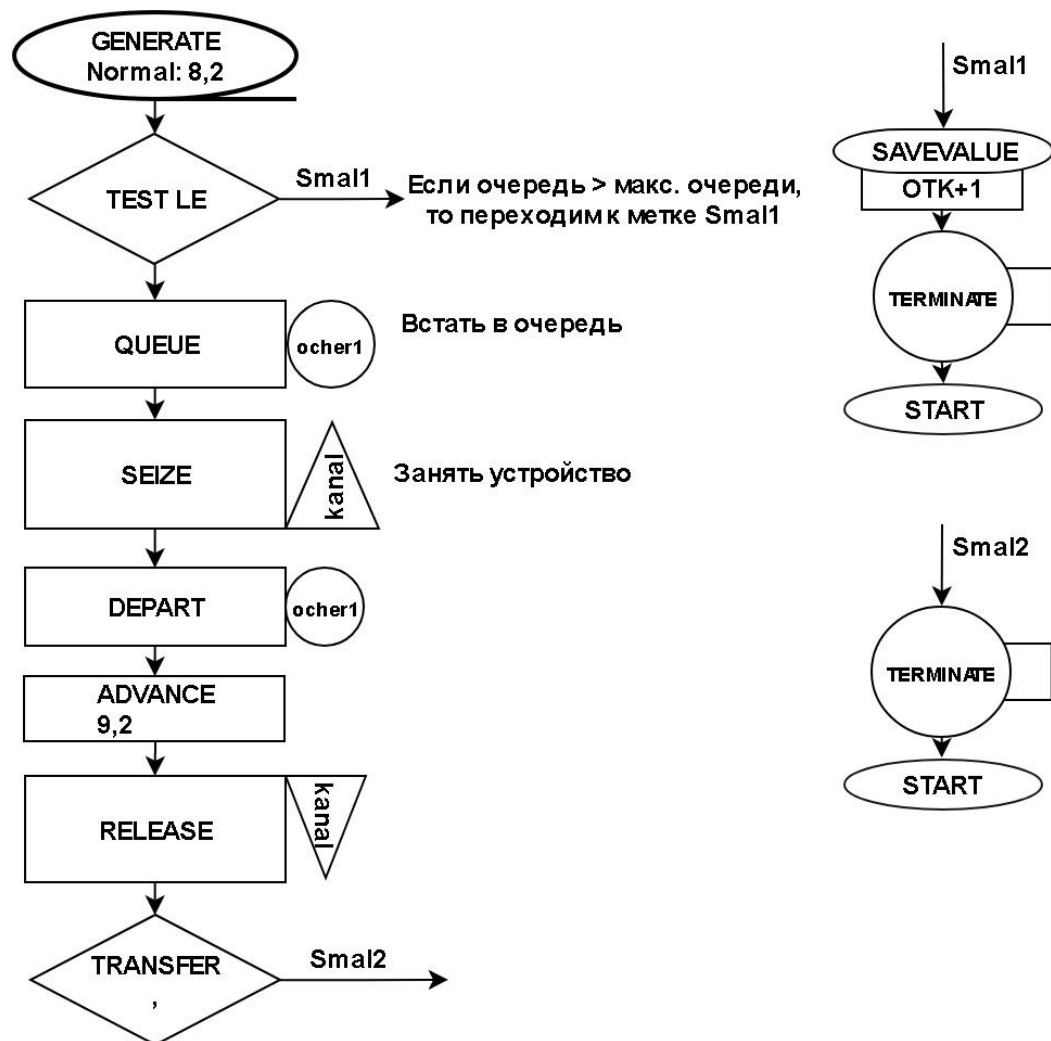
Задание 1. Алгоритм Drop Tail

Запустим приложение GPSS. Для того, чтобы начать работать с алгоритмами, в панели управления выберем *Открыть* и выберем документ с алгоритмом **Drop Tail**. В программе откроется документ с выбранным алгоритмом:

Листинг кода модели алгоритма Drop Tail

```
Wait QTABLE      ocher1,0,2,50
MaxOcher         EQU                      10
GENERATE 8,2
TEST L           Q$ocher1,MaxOcher,smal1
QUEUE           ocher1
SEIZE           kanal
DEPART          ocher1
ADVANCE 9,2
RELEASE kanal
TRANSFER ,smal2
smal1SAVEVALUEotk+,1
smal2TERMINATE 0
GENERATE 1000
TERMINATE 1
START          1
```

Блок-схема алгоритма



Описание кода программы

1. Блок Wait QTABLE создает таблицу ocher1 времени ожидания в очереди пакетов.
2. EQU задает переменной MaxOcher значение 10.
3. Generate генерирует транзакты.
4. Блок TEST L сравнивает два значения. Если очередь ocher1 меньше максимальной очереди MaxOcher, то транзакт проходит дальше, иначе он переходит к метке sma1, где блок SAVEVALUE увеличивает значение отброшенных пакетов на 1 и далее пакет переходит в блок TERMINATE, который уничтожает его.
5. Блок QUEUE ставит пакет в очередь ocher1 для последующей передачи по каналу связи.
6. Блок SEIZE имитирует подготовку пакета на передачу.
7. Блок DEPART отправляет пакет в канал связи.
8. Блок ADVANCE имитирует обработку (передачу) пакета.
9. RELEASE освобождает канал.

Выберем на панели управления Command->Create Simulation. Программа создает отчет. Этот отчет отражает всю информацию о проведенном тесте. Результат выполнения программы будет похож на это:

Результаты выполнения модели

	SAVEVALUE				RETRY		VALUE			
	OTK				0		85.000			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE.	TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
KANAL	141	0.994		7.047	1	190	0	0	0	9
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE.	CONT.	AVE.	TIME	AVE.	(-0) RETRY
OCHER1	10	9	150	1	9.050		60.332		60.737	0
TABLE	MEAN	STD.DEV.		RANGE			RETRY	FREQUENCY	CUM. %	
WAIT	62.031	15.115					0			

Рисунок 3 Drop Tail - REPORT, окно отчёта симуляции

Из данного отчета мы получили следующие результаты:

1. Число отброшенных пакетов: 85;
2. Количество пройденных пакетов: 141;
3. Коэффициент загрузки канала связи: 0.994;
4. Среднее время обслуживания пакета: 7.047;
5. Максимальная длина очереди: 10;
6. Средняя длина очереди: 9.050;
7. Среднее время в очереди: 60.332.

После того, как был создан отчет, выберем Window->Simulation Window ->Plot Window. В появившемся окне необходимо заполнить следующее:

Lable – просто название таблицы, не на что не влияет

Expression – указываем на таблицу с очередью, в данном случае** (в этих 3-х алгоритмах) писать – «Q\$ocher1»

Title – не обязательно

Time Range – промежуток симуляции, (в данном случае**) писать 1000

Max Value – максимальное значение очереди, (в данном случае**) писать

Edit Plot Window

New Expression

Label

Expression

Plot Memorize

Window Contents

Title Time Range

Min Value Max Value

Label Expression

Remove

Memorized Expressions

Label Expression

Plot Delete

OK Cancel

Рисунок 4 Окно создания графика

После заполнения всех параметров нажимаем на кнопку “Memorize”

Edit Plot Window

New Expression

Label

Expression

Plot Memorize

Window Contents

Title Time Range

Min Value Max Value

Label Expression

Remove

Memorized Expressions

Label Expression

Plot Delete

OK Cancel

Рисунок 5 Форма с заполненными параметрами

После этого выделяем появившуюся запись нажимаем “Plot”, а потом нажимаем “OK”

New Expression

Label Plot

Expression Memorize

Window Contents

Title Time Range

Min Value Max Value

Label	Expression

Remove

Memorized Expressions

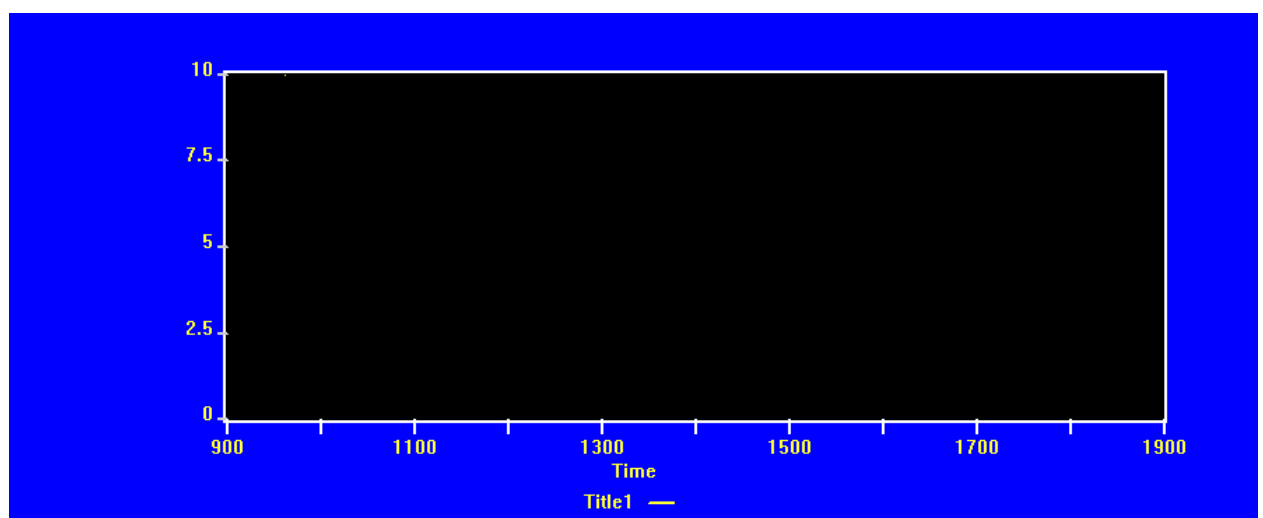
Label	Expression
Table1	Q\$ochoer1

Plot

Delete

OK Cancel

Появляется синее окно с намеченной системой координат



После этого нажимаем Command => Retranslate. В синем окне появится диаграмма.

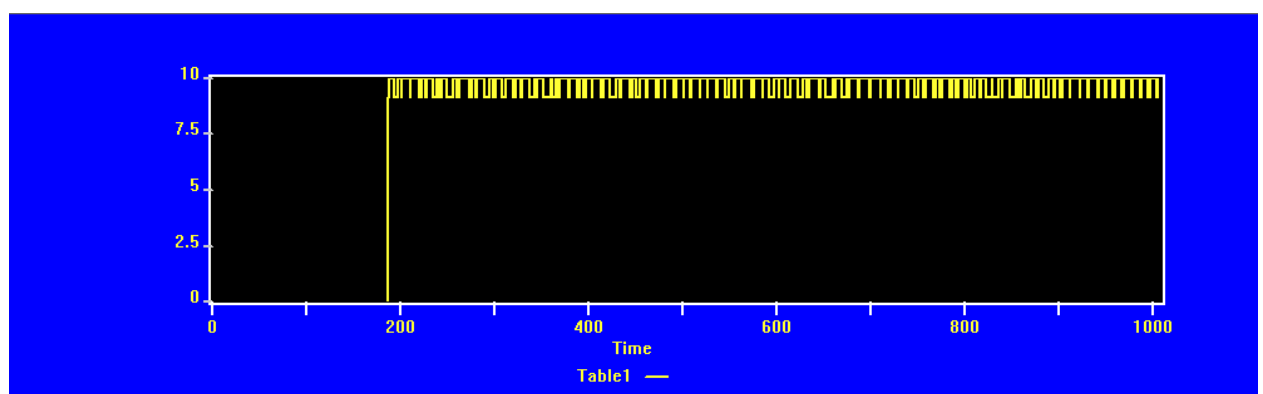


Рисунок 2.2. Зависимость загрузки очереди от времени

Теперь выберем на панели инструментов Window->Simulation Window Table Window. В появившемся окне нажмем Ok. Программа создает диаграмму, которая отражает зависимость количества транзактов (пакетов) от времени задержки пакетов в очереди. По вертикали указывается количество транзактов(пакетов), по горизонтали- время ожидания пакетов в очереди.

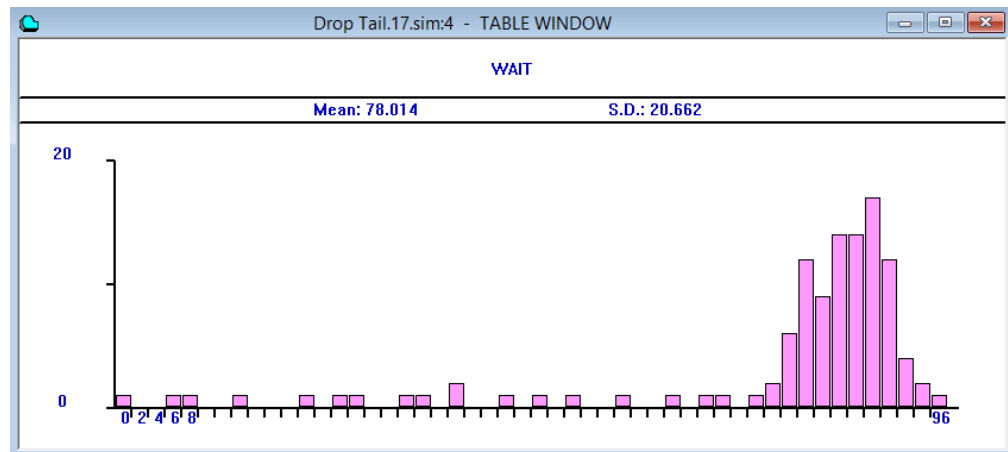


Рисунок 2.3. Таблица времени ожидания пакетов в очереди

Задание 2. Алгоритм Random early detection (RED)

Запустим приложение GPSS. Для того, чтобы начать работать с алгоритмами, в панели управления выберем *Открыть* и выберем документ с алгоритмом **RED**. В программе откроется документ с выбранным алгоритмом:

Листинг кода модели алгоритма RED

```

INITIAL      X$Pk,0
Wait QTABLE  ocher1,0,2,50
MaxOcher     EQU      8
MinOcher     EQU      2
    GENERATE  4,2
    TEST L    Q$ocher1,MaxOcher,smal1
    TEST L    Pk,0.4,sfu1
sfu1 TRANSFER 0.5,smal1
    QUEUE     ocher1
    SAVEVALUE Pk+,0.1
    SEIZE     kanal
    DEPART    ocher1
    ADVANCE   10,2
    RELEASE   kanal
    TRANSFER  ,smal2
smal1 SAVEVALUEotk+,1
    TEST L    Pk,1,reset1
reset1 SAVEVALUEPk,1

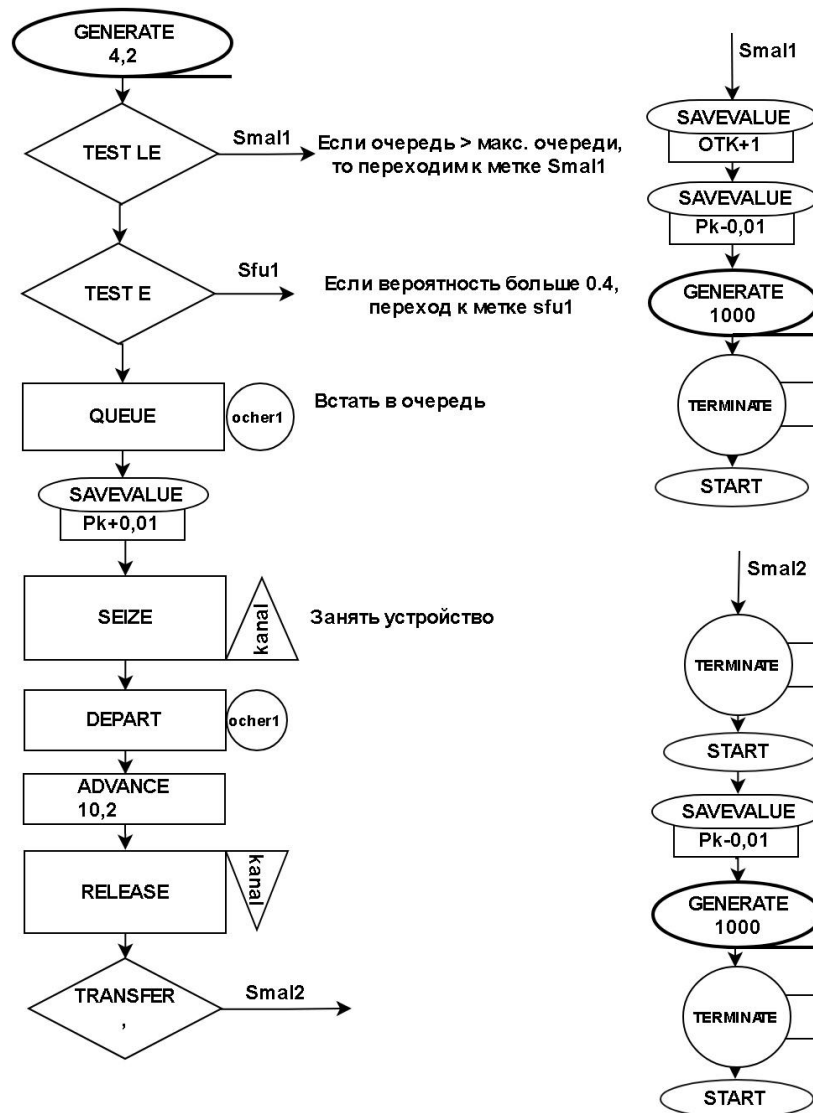
```

```
smal2TERMINATE 0
    SAVEVALUEPk-,0.1
    GENERATE 1000
    TERMINATE 1
START      1
```

Описание кода программы

1. Блок INITIAL задает переменной вероятности Pk значение 0.
2. Блок Wait QTABLE создает таблицу ocher1 времени ожидания в очереди пакетов.
3. EQU задает переменной MaxOcher значение 8 и переменной MinOcher значение 2.
4. Блок Generate генерирует транзакты.
5. Блок TEST L сравнивает два значения. Если очередь ocher1 меньше максимальной очереди MaxOcher, то транзакт проходит дальше, иначе он переходит к метке smal1, где блок SAVEVALUE увеличивает значение отброшенных пакетов на 1 и далее пакет переходит в блок TERMINATE, который уничтожает его.
6. Следующий блок TEST L сравнивает значение переменной Pk с установленным значением вероятности, если $Pk > 0.4$, то блок TRANSFER с вероятностью 0.5 переносит транзакт на метку smal1, где блок SAVEVALUE увеличивает значение отброшенных пакетов на 1 и далее пакет переходит в блок TERMINATE, который уничтожает его.
7. Блок QUEUE ставит пакет в очередь ocher1 для последующей передачи по каналу связи.
8. Блок SEIZE имитирует подготовку пакета на передачу.
9. Блок DEPART отправляет пакет в канал связи.
10. Блок ADVANCE имитирует обработку (передачу) пакета.
11. RELEASE освобождает канал.

Блок-схема алгоритма



Выберем на панели управления Command->Create Simulation. Программа создаст отчет. Этот отчет отражает всю информацию о проведенном тесте. Результат выполнения программы будет похож на это:

Результаты выполнения модели

SAVEVALUE				RETRY			VALUE		
PK				0			1.000		
OTK				0			245.000		
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
KANAL	100	0.995	9.946	1	239	0	0	0	6
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE. (-0)		RETRY
OCHER1	8	6	106	1	6.083	57.386	57.932		0
TABLE	MEAN	STD.DEV.		RANGE		RETRY	FREQUENCY	CUM. %	
WAIT	59.047	18.014				0			

Рисунок 2.4. Результаты отчета разработанной модели

Из данного отчета мы получили следующие результаты:

1. Число отброшенных пакетов: 245;
2. Количество пройденных пакетов: 141;

3. Коэффициент загрузки канала связи: 0.994;
4. Среднее время обслуживания пакета: 7.047;
5. Максимальная длина очереди: 10;
6. Средняя длина очереди: 9.050;
7. Среднее время в очереди: 60.332.

После того, как был создан отчет, выберем Window->Simulation Window ->Plot Window. В появившемся окне повторить действия, описанные для первого, загорится с теми же параметрами (Time Range, Max Value...)



Рисунок 2.5. Зависимость загрузки очереди от времени

Теперь выберем на панели инструментов Window->Simulation Window Table Window. В появившемся окне нажмем Ok. Программа создает диаграмму, которая отражает зависимость количества транзактов (пакетов) от времени задержки пакетов в очереди. По вертикали указывается количество транзактов(пакетов), по горизонтали- время ожидания пакетов в очереди.

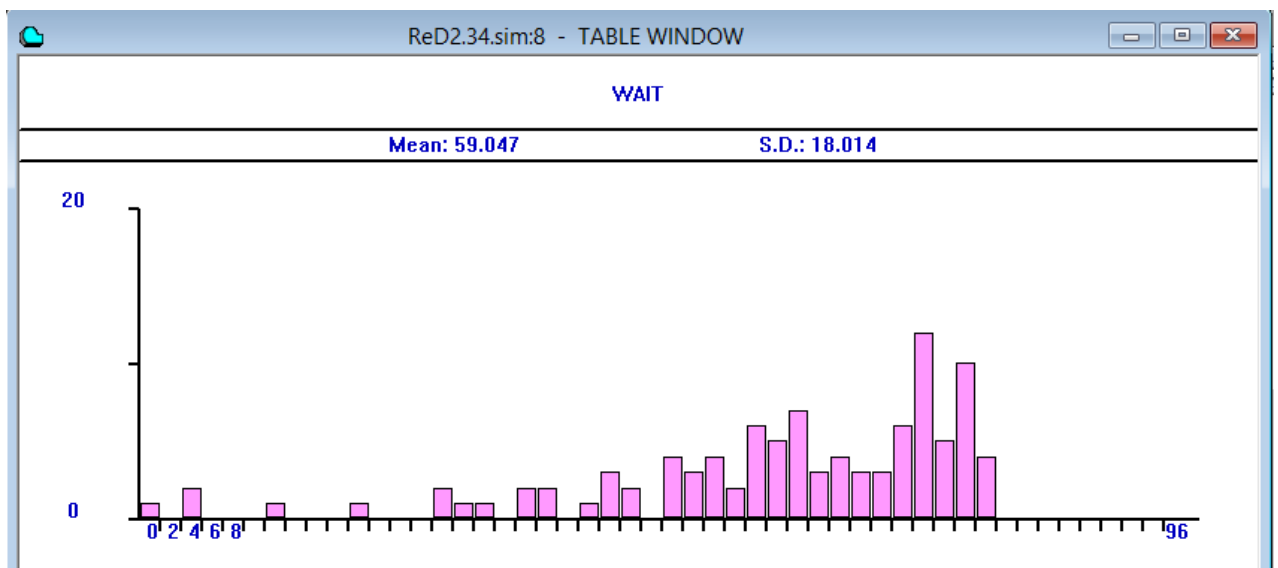


Рисунок 2.6. Таблица времени ожидания пакетов в очереди

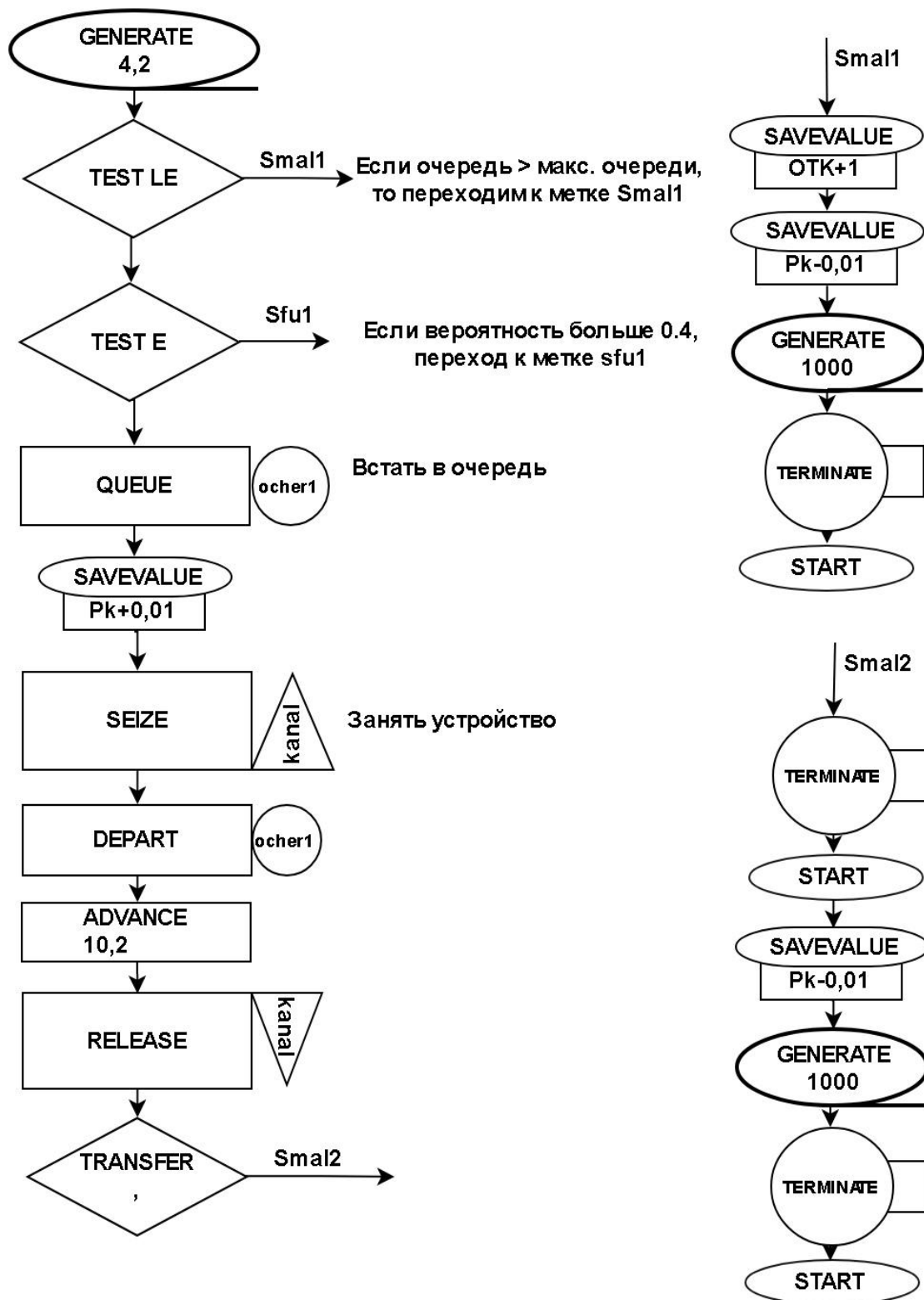
Задание 3. Алгоритм RED In & Out (RiO)

Запустим приложение GPSS. Для того, чтобы начать работать с алгоритмами, в панели управления выберем *Открыть* и выберем документ с алгоритмом **RiO**. В программе откроется документ с выбранным алгоритмом:

Листинг кода модели алгоритма RiO

INITIAL		X\$Pk,0
Wait	QTABLE	ocher1,0,2,50
MaxOcher		EQU 8
MinOcher		EQU 2
	GENERATE	4,2,,,1
	TEST L	Q\$ocher1,MaxOcher,smal1
	TEST L	Pk,0.4,sfu1
sfu1	PRIORITY	0
	TEST E	PR,0,smal3
smal3	TRANSFER	0.5,smal1
	QUEUE	ocher1
	SAVEVALUE	Pk+,0.1
	SEIZE	kanal
	DEPART	ocher1
	ADVANCE	10,2
	RELEASE	kanal
	TRANSFER	,smal2
smal1	SAVEVALUE	otk+,1
	TEST L	Pk,1,reset1
reset1	SAVEVALUE	Pk,1
smal2	TERMINATE	0
	SAVEVALUE	Pk-,0.1
	GENERATE	1000
	TERMINATE	1
	START	1

Блок-схема алгоритма



Выберем на панели управления Command->Create Simulation. Программа создает отчет. Этот отчет отражает всю информацию о проведенном тесте. Результат выполнения программы будет похож на это:

Результаты выполнения модели

	SAVEVALUE			RETRY			VALUE		
	PK			0			1.000		
	OTK			0			146.000		
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
KANAL	100	0.995	9.946	1	239	0	0	0	6
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
OCHER1	8	6	106	1	6.083	57.386	57.932	0	
TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE			RETRY	FREQUENCY	CUM.%	
WAIT	59.047	18.014				0			

Рисунок 2.7. Результаты отчета разработанной модели

Из данного отчета мы получили следующие результаты:

1. Число отброшенных пакетов: 146;
2. Количество пройденных пакетов: 141;
3. Коэффициент загрузки канала связи: 0.994;
4. Среднее время обслуживания пакета: 7.047;
5. Максимальная длина очереди: 10;
6. Средняя длина очереди: 9.050;
7. Среднее время в очереди: 60.332.

После того, как был создан отчет, выберем Window->Simulation Window ->Plot Window. В появившемся окне повторить действия, описанные для первого, загорится с теми же параметрами (Time Range, Max Value...)



Рисунок 2.8. Зависимость загрузки очереди от времени

Теперь выберем на панели инструментов Window->Simulation Window Table Window. В появившемся окне нажмем Ok. Программа создает диаграмму, которая отражает зависимость количества транзактов (пакетов) от времени задержки пакетов в очереди. По вертикали указывается количество транзактов(пакетов), по горизонтали- время ожидания пакетов в очереди.

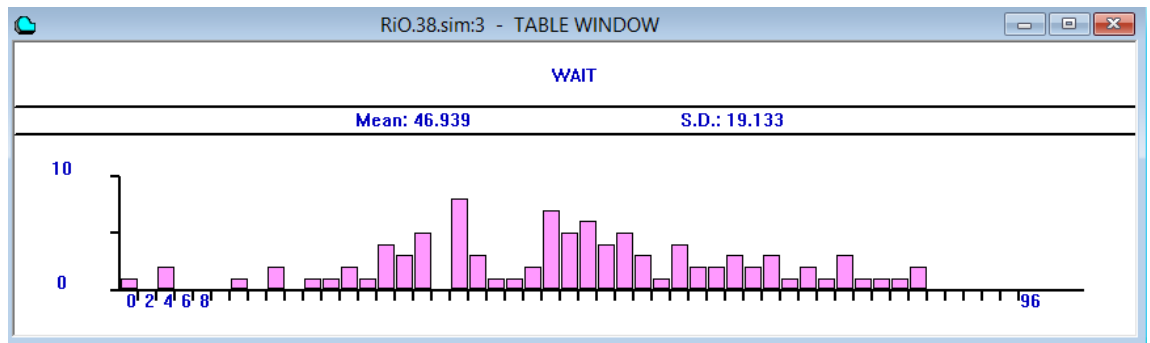


Рисунок 2.9. Таблица времени ожидания пакетов в очереди

Вывод: при выполнении данной работы были изучены принципы алгоритмов работы программы GPSS. Так же были получены навыки работы с программой GPSS.

Практическое занятие №2

Тема : Разработка и исследование имитационной модели элемента АСОИУ на базе платформы GPSS World

Цель работы: получение зависимостей показателей качества элемента АСОИУ от внешних воздействий.

Учебные вопросы:

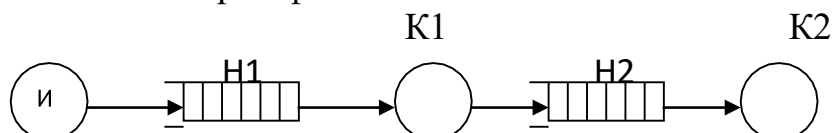
1. Разработка формализованной модели элемента АСОИУ.
2. Разработка программной модели элемента АСОИУ.
3. Исследование программной модели элемента АСОИУ.
4. Анализ выходной статистики.

Задание

Формализованная модель элемента АСОИУ представлена двухфазной СМО. Заявки из канала передачи данных поступают в элемент системы через 20 ± 10 мс. и после предварительной обработки в течение 15 ± 15 мс. поступают на обслуживание в течение 20 ± 5 мс. Построить модель работы данного элемента АСОИУ в течение 4-х часов. Получить статистические данные об очередях заявок.

1. Разработка Q-схемы

Q - схема состоит из источника, канала и накопителя первой фазы. канала и накопителя второй фазы .



Источник И имитирует поступление заявок, накопители Н1 и Н2 служат для хранения очереди на обслуживание. Канал К1 служит для предварительной обработки заявки, К2 – последующее обслуживание заявки.

В схеме каналы соединены последовательно, значит, имеет место двухфазная одноканальная Q - схема.

2. Разработка программы на языке GPSS/PC

10	SIMULATE		начало моделирования
20	GENERATE	20,10	поступление заявок
29	QUEUE	JOB	занятие очереди
30	ADVANCE	15,15	предварительная обработка

40	SEIZE	IC	
49	DEPART	JOB	освобождение очереди JOB
49	QUEUE	JOB2	занятие очереди
50	ADVANCE	20,5	обработка в ИС
60	RELEASE	IC	выход заявки
69	DEPART	JOB2	освобождение очереди JOB2
70	TERMINATE		уход с обслуживания
80	GENERATE	1440	таймер
90	TERMINATE	1	
100	START	1	
110	END		

3. Исследование программной модели, анализ выходной статистики .

Исследуем выходную статистику данной задачи, при заданных условиях моделирования.

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 39560) 03-01-

2001 16:56:10 page 1

START_TIME	END_TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES	FREE_MEMORY
0	1440	11	1	0	18016

LINE	LOC	BLOCK_TYPE	ENTRY_COUNT	CURRENT_COUN T	RETR Y
20	1	GENERATE	70	0	0
29	2	QUEUE	70	0	0
30	3	ADVANCE	70	1	0
40	4	SEIZE	69	0	0
49	5	QUEUE	69	0	0
50	6	ADVANCE	69	1	0
60	7	RELEASE	68	0	0
69	8	DEPART	68	0	0
70	9	TERMINATE	68	0	0
80	10	GENERATE	1	0	0
90	11	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE._TIME	AVAILABLE	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
IC	69	0.919	19.19	1	70	0	0	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRIES	ENTRIES(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
JOB	70	70	70	0	34.38	707.19	707.19	0
JOB2	1	1	69	0	0.92	19.19	19.19	0

Статистика по устройствам:

- вероятность занятости устройства равна 0,919;
- среднее время занятости устройства одним сообщением равно 19,19;

- количество сообщений занимавших устройство с начала работы программы равно 69;

Статистика по очередям:

- максимальное содержимое очереди JOB перед K1 – 70 заявок ;
- среднее время, проведенное в очереди JOB-707,19 мкс;
- текущее содержимое очереди JOB в конце периода моделирования –70;
- максимальное содержимое очереди JOB2 перед K2 – 1 заявка ;
- среднее время, проведенное в очереди JOB2-0,92 мкс;
- текущее содержимое очереди JOB2 в конце периода моделирования –1;

Как видно из таблицы 1, чем выше интенсивность поступления заявок, тем больше среднее время, проведенное в очередях с учетом всех входов и тем ниже соответственно вероятность занятости моделируемой системы. Для более эффективной работы ИС оптимальное время поступления заявок из канала ПД в ИС равно 10 ± 10 мкс.

Из данных таблицы 2 видно, что при увеличении времени обслуживания заявки в канале второй фазы вероятность занятости устройства достигает максимума и равна 0,972, а так как для более эффективной работы данной системы желательно сократить общее время обслуживания заявок в ИС, то оптимальная интенсивность обслуживания равное 25 ± 5 мкс.

Среднее время проведенное в очередях с учетом всех входов, мкс		Интенсивность поступления заявок в систему, мкс	Максимальное содержимое очередей		Вероятность занятости ИС
JOB	JOB2		JOB	JOB2	
707,19	19,19	20 ± 10	70	1	0,919
718,58	19,60	10 ± 10	144	1	0,979
717,97	19,47	10 ± 5	149	1	0,973
703,57	19,07	15 ± 5	96	1	0,966
723,36	19,80	20 ± 5	74	1	0,962
704,46	19,79	25 ± 5	59	1	0,797
713,81	19,77	30 ± 5	48	1	0,659
722,51	20,49	35 ± 5	41	1	0,583
722,17	19,97	40 ± 5	35	1	0,485

Вероятность занятости ИС	Время обслуживания , мкс
0,919	20±5
0,484	10±5
0,480	10±10
0,705	15±5
0,969	20±10
0,972	25±5
0,972	30±5
0,972	35±5
0,972	40±10
0,215	5±5

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с методическими указаниями по выполнению данной лабораторной работы.
2. Получить вариант задания.
3. Составить программу на языке GPSS/PC.
4. Провести имитационные эксперименты на ПЭВМ.
5. Составить отчет.

Отчет о работе должен содержать:

- задание и исходные данные по заданному варианту лабораторной работы;
- Q-схему задачи и текст программы;
- окончательные результаты и выводы по результатам моделирования.

Варианты задания

1. Сигналы от датчиков поступают на вход канала через интервалы времени 10 ± 5 мкс. В канале они предварительно обрабатываются в течение 10 ± 3 мкс. Затем они поступают на обработку в мини-ЭВМ, где время обработки равно 33 мкс. Смоделировать процесс обработки 90 сигналов.

2. В систему передачи данных поступают пакеты от абонентов с интервалами времени между ними 7-13 мс. Передача пакета занимает 10 мс. Смоделировать обмен информации в системе передачи данных в течение 1 минуты.

3. На вычислительном центре в обработку принимаются задания, которые поступают через 20 ± 5 мин. Затем они загружаются в ЭВМ и предварительно обрабатываются в течение 10-20 мин. и выполняются за 10 мин. Смоделировать работу ЭВМ за 25 часов. В системе передачи цифровой информации передается речь в цифровом виде. Речевые пакеты передаются через транзитный канал, задерживаются в накопителе перед каналом на 5 мкс. Время передачи пакета по каналу составляет 5 мкс. Пакеты поступают через 6 ± 3 мкс. Смоделировать 10 секунд работы системы.

- 4.Смоделировать процесс прохождения 100 заявок[^] поступление которых подчиняется равномерному закону с интервалом 8 ± 2 единицы времени, а обработка - равномерному закону со средним временем 5 ± 3 единицы»
- 5.На обработку поступает два потока заявок: первый с интервалом 10 ± 1 мс, второй с 25 ± 2 мс. Второй поток прерывает обработку первого. Время обработки заявок первого потока 7 ± 3 мс, второго 15 ± 1 мс. Смоделировать процесс прохождения 50 заявок.
- 6.Построить программу модели процесса прохождения 70 деталей, поступающих с интервалами времени 12 ± 2 единицы и обрабатываемых одним рабочим по пяти последовательно идущими друг за другом операциями, времена выполнения которых распределены в интервале 2 ± 1 единица времени. Распределение всех времен равномерное.
- 7.На обработку поступает два потока заявок: первый с интервалом 10 ± 1 мс, второй с 25 ± 2 мс. Время обработки заявок первого потока 7 ± 3 мс, второго 15 ± 1 мс. Потоки обрабатываются параллельно. Смоделировать процесс прохождения 50 заявок.
- 8.Смоделировать процесс прохождения 100 заявок, поступление которых подчиняется равномерному закону с интервалом 8 ± 2 единицы времени, а обработка производится параллельно двумя приборами со средним временем 5 ± 3 единицы.
- 9.Смоделировать процесс прохождения 100 сообщений , поступление которых подчиняется равномерному закону с интервалом 18 ± 5 единицы времени. Сообщения могут обрабатывается на одном из двух приборов; на первом со временем 15 ± 5 единиц, на втором - 17 ± 10 . При чем предпочтительнее обработка на первом приборе.
10. Смоделировать процесс прохождения 100 сообщений , поступление которых подчиняется равномерному закону с интервалом 18 ± 5 единицы времени. Сообщения могут обрабатывается на одном из двух приборов; на первом со временем 15 ± 5 единиц, на втором - 17 ± 10 . При чем предпочтительнее обработка на первом приборе.
- 11.Сигналы от датчиков поступают на вход канала через интервалы времени 10 ± 5 мкс. В канале они предварительно обрабатываются в течение 10 ± 3 мкс. Затем они поступают на обработку в мини-ЭВМ , где время обработки равно 33 мкс. Смоделировать процесс обработки 90 сигналов.
- 12.В систему передачи данных поступают пакеты от абонентов с интервалами времени между ними 7-13 мс .Передача пакета занимает 10 мс . Смоделировать обмен информации в системе передачи данных в течение 1 минуты.
- 13.На вычислительном центре в обработку принимаются задания , которые поступают через 20 ± 5 мин. Затем они загружаются в ЭВМ и предварительно обрабатываются в течение 10 -20 мин. и выполняются за 10 мин . Смоделировать работу ЭВМ за 25 часов. В системе передачи цифровой информации передается речь в цифровом виде. Речевые пакеты передаются через транзитный канал , задерживаются в накопителе перед каналом на 5 мс. Время передачи пакета по каналу составляет 5 мс. Пакеты поступают через 6 ± 3 мс. Смоделировать 10 секунд работы системы.
- 14.Смоделировать процесс прохождения 100 заявок[^] поступление которых подчиняется равномерному закону с интервалом 8 ± 2 единицы времени, а

обработка - равномерному закону со средним временем 5 ± 3 единицы»

15. На обработку поступает два потока заявок: первый с интервалом 10 ± 1 мс, второй с 25 ± 2 мс. Второй поток прерывает обработку первого. Время обработки заявок первого потока 7 ± 3 мс, второго 15 ± 1 мс. Смоделировать процесс прохождения 50 заявок.

16. Построить программу модели процесса прохождения 70 деталей, поступающих с интервалами времени 12 ± 2 единицы и обрабатываемых одним рабочим по пяти последовательно идущими друг за другом операциями, времена выполнения которых распределены в интервале 2 ± 1 единица времени. Распределение всех времен равномерное.

17. На обработку поступает два потока заявок: первый с интервалом 10 ± 1 мс, второй с 25 ± 2 мс. Время обработки заявок первого потока 7 ± 3 мс, второго 15 ± 1 мс. Потоки обрабатываются параллельно. Смоделировать процесс прохождения 50 заявок.

18. Смоделировать процесс прохождения 100 заявок, поступление которых подчиняется равномерному закону с интервалом 8 ± 2 единицы времени, а обработка производится параллельно двумя приборами со средним временем 5 ± 3 единицы.

19. Смоделировать процесс прохождения 100 сообщений, поступление которых подчиняется равномерному закону с интервалом 18 ± 5 единицы времени. Сообщения могут обрабатываться на одном из двух приборов; на первом со временем 15 ± 5 единиц, на втором - 17 ± 10 . Причем предпочтительнее обработка на первом приборе.

20. Смоделировать процесс прохождения 100 сообщений, поступление которых подчиняется равномерному закону с интервалом 18 ± 5 единицы времени. Сообщения могут обрабатываться на одном из двух приборов; на первом со временем 15 ± 5 единиц, на втором - 17 ± 10 . Причем предпочтительнее обработка на первом приборе.

Практическое занятие №3

Разработка имитационной модели сегментирующего концентратора
нагрузки Super Stack || Switch 1000 мбит/сек ||

Тема :

Цель работы: получение зависимостей показателей качества концентратора
от интенсивности входной нагрузки

Учебные вопросы

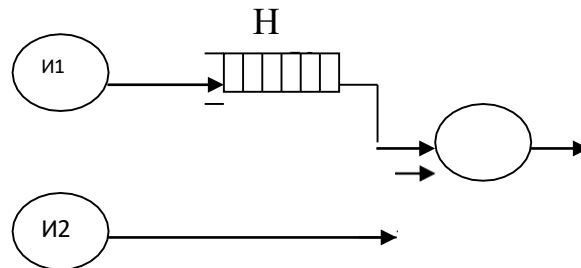
1. Разработка формализованной модели коммутирующего концентратора.
2. Разработка программной модели коммутирующего концентратора.
3. Исследование программной модели коммутирующего концентратора.
4. Анализ выходной статистики.

Задание

К сегментирующему концентратору радиальным способом подключены две рабочие станции. Заявки на обслуживание с первой станции поступают с интервалом 20 ± 10 мкс, со второй – с интервалом 60 ± 20 мкс. Причем последние обладают высшим приоритетом. Время обслуживания подчинено экспоненциальному закону и равно в среднем для первой станции 15 мкс, для второй – 25 мкс. Промоделировать работу коммутатора, изучив статистику очереди за 2 часа.

1. Разработка Q-схемы

Q - схема включает два источника, накопитель и канал, то есть является однофазной.



Источники И1 и И2 имитируют поступление заявок. Имеется накопитель Н для заявок исходящих из первого источника, так как заявки второго источника обслуживаются вне очереди. Канал К служит для обслуживания поступивших запросов из обоих источников.

2. Разработка программы на языке GPSS/PC

10	SIMULATE		начало моделирования
20 EXP	FUNCTION	RN1,C6	описание функции
0,0/.1,.1/.2,.2/.5,.69/.8,1.6/1,8			параметры функции
30	GENERATE	20,10	приход заявок из первого источника
40	QUEUE	LIN	включение в очередь
50	SEIZE	REG	
60	DEPART	LIN	выход из очереди
70	ADVANCE	15,FN\$EXP	обслуживание заявки первого источника
80	RELEASE	REG	
90	TERMINATE		уход заявки
100	GENERATE	60,20,,,1	приход заявок из второго

			источника
110	QUEUE	LIN	
120	SEIZE	REG	
130	DEPART	LIN	
140	ADVANCE	25,FN\$EXP	обслуживание заявок из
			второго источника
150	RELEASE	REG	
160	TERMINATE		
170	GENERATE	720	таймер
180	TERMINATE	1	
190	START	1	
200	END		

3. Исследование программной модели, анализ выходной статистики .

Проанализируем выходную статистику выше смоделированной задачи, при заданных условиях моделирования.

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 39560) 03-02-
2001 16:41:30 page 1

START_TIME	END_TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES	FREE_MEMO RY
0	720	16	1	0	15712

LINE	LOC	BLOCK_TYPE ENTRY_COUNT	CURRENT_COU NT	RETRY
30	1	GENERATE	33	0
40	2	QUEUE	33	15
50	3	SEIZE	18	0
60	4	DEPART	18	0
70	5	ADVANCE	18	0
80	6	RELEASE	18	0
90	7	TERMINATE	18	0
100	8	GENERATE	11	0
110	9	QUEUE	11	2
120	10	SEIZE	9	0
130	11	DEPART	9	0
140	12	ADVANCE	9	1
150	13	RELEASE	8	0
160	14	TERMINATE	8	0
170	15	GENERATE	1	0
180	16	TERMINATE	1	0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE._TIME AVAILABLE OWNER PEND INTER RETRY DELAY

REG	27	0.906	24.19	1	33	0	0	0	17
-----	----	-------	-------	---	----	---	---	---	----

QUEUE MAX CONT. ENTRIES ENTRIES(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

Статистика по устройствам:

- вероятность занятости устройства равна 0,906;
- среднее время занятости устройства одним сообщением равно 24,19;
- количество сообщений занимавших устройство с начала работы программы равно 27;

Статистика по очереди:

- максимальное содержимое очереди – 17 заявок ;
- среднее время, проведенное в очереди-120,11 сек.;
- текущее содержимое очереди JOB в конце периода моделирования –17.

Результаты имитационных экспериментов оформляются в виде таблицы или графика.

Анализируя данные таблицы 2.1. делаем следующие выводы :

- чем больше интенсивность поступления заявки обслуживаемой вне очереди, тем выше максимальное содержимое очереди , время пребывания одной заявки в очереди и также вероятность занятости;
- чем меньше интенсивность поступления заявок из первого источника , тем больше максимальное содержимое очереди и время пребывания в очереди.

Для наиболее эффективной работы системы выбираем $И1=20\pm 10$ сек., $И2=60\pm 15$ сек.

Таблица 2.1.

Среднее время проведенное в очереди с учетом всех входов,с.	Максимальное срдержимое очереди	Интенсивность поступления заявок,с		Вероятность занятости
		И1	И2	
120,11	17	20±10	60±20	0,906
192,42	27	20±5	60±20	0,927
225,03	54	10±5	80±5	0,977
85,60	17	20±5	60±10	0,815
201,26	57	10±5	70±10	0,975
126,79	23	20±10	60±15	0,913
61,07	9	35±5	70±10	0,730

Порядок выполнения работы

1.Ознакомиться с методическими указаниями по выполнению данной лабораторной работы.

2. Получить вариант задания.
3. Составить программу на языке GPSS/PC.
4. Провести имитационные эксперименты на ПЭВМ.
5. Составить отчет.

Отчет о работе должен содержать:

- задание и исходные данные по заданному варианту лабораторной работы;
- Q-схему задачи и текст программы;
- окончательные результаты и выводы по результатам моделирования.

Варианты задания

1. Магистраль передачи данных состоит из двух каналов (основного и резервного) и общего накопителя. При нормальной работе сообщения передаются по основному каналу за 7 ± 3 с. В основном канале происходят сбои через интервалы времени 200 ± 35 с. Если сбой происходит во время передачи, то за 2 с запускается запасной канал, который передает прерванное сообщение с самого начала. Восстановление основного канала занимает 23 ± 7 с. После восстановления резервный канал выключается и основной канал продолжает работу с очередного сообщения. Сообщения поступают через 9 ± 4 с. и остаются в накопителе до окончания передачи. В случае сбоя передаваемое сообщение передается повторно по запасному каналу. Смоделировать работу передачи данных в течение 1 часа. Время подчинено экспоненциальному закону
2. На вычислительном центре в обработку принимается два типа задания А и В. Исходя из наличия оперативной памяти ЭВМ задания класса С монополизируют ЭВМ. Задания класса А поступают через 20 ± 5 мин, а класса В- 20 ± 10 мин и требуют для выполнения соответственно 30 мин и 25 мин и подчинено экспоненциальному закону. Смоделировать работу ЭВМ за 20 часов.
3. В систему передачи данных поступают пакеты от двух абонентов с интервалами времени между ними 7-13 мс. Причем пакеты от первого абонента имеют приоритет. Передача пакета занимает 10 мс. Смоделировать обмен информации в системе передачи данных в течение 1 минуты. Время поступления пакетов распределено по экспоненциальному закону.
4. На вычислительном центре в обработку принимаются задания от трех источников, которые поступают через 20 ± 5 мин от первого источника и через 30 ± 10 мин от второго и третьего источником. Задания второго источника имеют высший приоритет. Затем они загружаются в ЭВМ и

предварительно обрабатываются в течение 10 -20 мин. и выполняются за 10 мин . С моделировать работу ЭВМ за 25 часов.

5. В системе передачи цифровой информации передается речь в цифровом виде. Речевые пакеты передаются через транзитный канал , задерживаются в накопителе перед каналом на 5 мс. Время передачи пакета по каналу составляет 5 мс и распределено по экспоненциальному закону . Пакеты поступают от двух источников через 6 ± 3 мс и подчинена равномерному закону . С моделировать 10 секунд работы системы.
6. С моделировать процесс прохождения 100 заявок, поступление которых подчиняется равномерному закону с интервалом 8 ± 2 единицы времени, а обработка – экспоненциальному закону со средним временем 5 ± 3 единицы.
7. На обработку поступает два потока заявок: первый с интервалом 10 ± 1 мс , второй с 25 ± 2 мс. Второй поток прерывает обработку первого. Время обработки заявок первого потока распределено равномерно и составляет 7 ± 3 мс, а второго распределено экспоненциально и равно 15 ± 1 мс. С моделировать процесс прохождения 50 заявок.
8. Построить программу модели процесса прохождения 70 деталей, поступающих от двух одинаковых источников с интервалами времени 12 ± 2 единицы и обрабатываемых одним рабочим по пяти последовательно идущими друг за другом операциями, времена выполнения которых подчинены экспоненциальному закону в интервале 2 ± 1 единица.
9. На обработку поступает два потока заявок: первый подчинен экспоненциальному закону и равен 20 ± 5 мс, второй распределен равномерно в интервале 25 ± 2 мс. Время обработки заявок первого потока 7 ± 3 мс, второго 15 ± 1 мс. Причем заявки второго потока обладает приоритетом. С моделировать процесс прохождения 50 заявок.

Практическое занятие №4

Тема: Моделирование и исследование показателей качества формализованной модели однопроцессорной ЭВМ

Ц е л ь р а б о т ы: получение зависимостей показателей качества обработки заданий однопроцессорной ЭВМ от внешней нагрузки

Учебные вопросы:

- 1.Разработка формализованной модели однопроцессорной ЭВМ.
- 2.Разработка программной модели однопроцессорной ЭВМ.
- 3.Исследование программной модели однопроцессорной ЭВМ.
- 4.Анализ выходной статистики.

Задание

Оперативная память однопроцессорной ЭВМ разбита на три раздела с номерами 0,1 и 2. В каждом разделе находится по одной программе. Приоритет программы тем выше, чем меньше номер ее раздела. Программы вызываются на выполнение по требованиям пользователей, поступающих в случайные моменты времени.

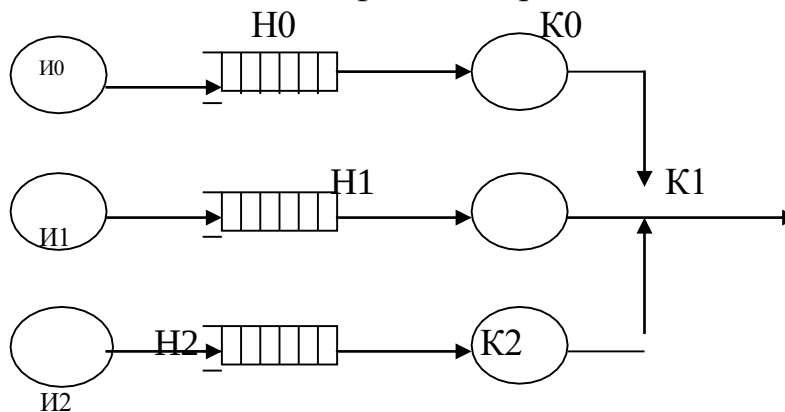
Программа нулевого раздела вызывается с интервалами длительностью 10 ± 8 с, время ее выполнения в зависимости от обрабатываемых данных равно 3 ± 2 с. Программа первого раздела вызывается через каждые 2 мин и выполняется в течение 30 ± 15 с. Через полчаса после начала поступления требований в нулевой и первый разделы начинают поступать требования во второй раздел с интервалами по 5 ± 4 мин и обрабатываются 1 мин.

В случае конфликтных ситуаций, когда при поступлении какого-либо требования процессор выполняет другое требование, используется дисциплина абсолютных приоритетов.

Смоделировать 1 час описанного процесса. При моделировании подсчитать число обслуженных требований каждого вида.

1. Разработка Q-схемы

Q - схема включает три источника, три накопитель и три канала. Данная схема является однофазной и трехканальной.



Накопители имитируют разделы оперативной памяти ЭВМ, их емкости равны единице, так как в каждом разделе хранится по одной программе. Источники И0, И1 и И2 имитируют поступление программ из оперативной памяти, а их интенсивности соответственно равны $\lambda_0 = 10 \pm 8$ с, $\lambda_1 = 120$ с, $\lambda_2 = 300 \pm 240$ с. Имеются три канала для обработки данных программ для каждого раздела. Интенсивность обработки каналов соответственно равны: $\mu_0 = 3 \pm 2$ с, $\mu_1 = 30 \pm 15$ с, $\mu_2 = 120$ с.

2. Разработка программы на языке GPSS/PC

* модель нулевого раздела

20	GENERATE	10,8,,,2	
30	SAVEVALUE	1+,1	подсчет требований
40	PREEMPT	PROC,PR	захват процессора
50	ADVANCE	3,2	
60	RETURN	PROC	освобождение процессора
70	SAVEVALUE	2+,1	
80	TERMINATE		
* модель	первого раздела		
90	GENERATE	120,,,2	
100	SAVEVALUE	3+,1	
110	PREEMPT	PROC,PR	
120	ADVANCE	30,15	
130	RETURN	PROC	
140	SAVEVALUE	4+,1	
150	TERMINATE		
* модель	второго раздела		
160	GENERATE	300,240,1800	
170	SAVEVALUE	5+,1	
180	PREEMPT	PROC,PR	
190	ADVANCE	60	
200	RETURN	PROC	
210	SAVEVALUE	6+,1	
220	TERMINATE		
* таймер			
230	GENERATE	3600	
240	TERMINATE	1	
250	START	1	
260	END		

3. Исследование программной модели, анализ выходной статистики .

Проанализируем выходную статистику выше смоделированной задачи, при заданных условиях моделирования.

За время моделирования было обработано 390 программ, процессор «захватывался» 398 раз. При этом всего лишь 64,2% периода моделирования процессор был занят. А среднее время занятости процессора одной программой равно 5,81 с.

Для нулевого раздела:

- число поступивших требований равно 361 ;
- число обслуженных требований 361.

Для первого раздела:

- число поступивших требований равно 30 ;
- число обслуженных требований 29.

Для второго раздела:

- число поступивших требований равно 7 ;
- число обслуженных требований 6.

START_TIME	END_TIM E	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES	FREE_MEMOR Y
0	3600	23	1	0	16320

LINE	LOC	BLOCK_TYPE	ENTRY_COUNT	CURRENT_COUNT	RETR Y
20	1	GENERATE	361	0	0
30	2	SAVEVALUE	361	0	0
40	3	PREEMPT	361	0	0
50	4	ADVANCE	361	0	0
60	5	RETURN	361	0	0
70	6	SAVEVALUE	361	0	0
80	7	TERMINATE	361	0	0
90	8	GENERATE	30	0	0
100	9	SAVEVALUE	30	0	0
110	10	PREEMPT	30	0	0
120	11	ADVANCE	30	1	0
130	12	RETURN	29	0	0
140	13	SAVEVALUE	29	0	0
150	14	TERMINATE	29	0	0
160	15	GENERATE	7	0	0
170	16	SAVEVALUE	7	0	0
180	17	PREEMPT	7	0	0
190	18	ADVANCE	7	1	0
200	19	RETURN	6	0	0
210	20	SAVEVALUE	6	0	0
220	21	TERMINATE	6	0	0
230	22	GENERATE	1	0	0
240	23	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE._TIME	AVAILABLE	OWNER PEND	INTER	RETRY DELAY
PROC	398	0.642	5.81	1	390 0	1	0 0

SAVEVALUE	VALUE	RETR Y
1	+361	0
2	+361	0
3	+30	0
4	+29	0
5	+7	0
6	+6	0

При многократном прогоне модели для различных интенсивностей поступления требований и времен обработки программ в разделах оперативной памяти определим зависимости:

- вероятности занятости процессора от интенсивностей поступления требований;
- вероятности занятости процессора от интенсивности обработки программ в разделах оперативной памяти.

Сведем полученные данные в таблицы(табл.1. и табл.2.).

Таблица 1

Вероятность занятости процессора	Время поступления требования из 0-го раздела, с	Время поступления требования из 1-го раздела, с	Время поступления требования из 2-го раздела, с
0,642	10±8	120	300±240
0,986	5	60	150
0,306	20	240	600
0,459	10	240	600
0,603	10	120	600
0,746	10	120	150

Из таблицы 4.1. видно, что максимальная вероятность занятости процессора равна 0,986, но при этом будет большое число отказов. Оптимальное решение данной задачи –

- вероятность занятости процессора –0,746
- время поступления требований
 - из 0-го раздела 10 с,
 - из 1-го –120 с,
 - из 2-го 150 с.

При данном оптимальном решении число требований для нулевого раздела:

- поступивших равно 360 ;
- обслуженных – 359;

для первого раздела:

- поступивших - 30 ;
- обслуженных – 29;

для второго раздела:

- поступивших -13;
- обслуженных -12.

Таблица2

Вероятность занятости процессора	Интенсивность обработки требований из 0-го раздела, с	Интенсивность обработки требований из 1-го раздела, с	Интенсивность обработки требований из 2-го раздела, с
0,642	3±2	30±15	60
0,480	3	10	50
0,871	6	20	120
0,991	10	20	120
0,996	20	20	120
0,996	20	30	120

Оптимальная вероятность занятости процессора равна 0,871, так как при данном решении задачи и вероятность занятости сравнительно велика, и число отказов низкое .

Т.е:

- вероятность занятости процессора –0,871
- интенсивность обработки требований из 0-го раздела 6 с,
из 1-го –20 с,
из 2-го 120 с.

При данном решении число требований для нулевого раздела:

- поступивших равно 369 ;
- обслуженных – 366;

для первого раздела:

- поступивших - 30 ;
- обслуженных – 29;

для второго раздела:

- поступивших -8;
- обслуженных -3.

Порядок выполнения работы

- 1.Ознакомиться с методическими указаниями по выполнению данной лабораторной работы.
- 2.Получить вариант задания.
- 3.Составить программу на языке GPSS/PC.
- 4.Провести имитационные эксперименты на ПЭВМ.
5. Составить отчет.

Отчет о работе должен содержать:

- задание и исходные данные по заданному варианту лабораторной работы;

- Q-схему задачи и текст программы;
- окончательные результаты и выводы по результатам моделирования.

Варианты задания

1. В специализированной вычислительной системе периодически выполняются три вида заданий, которые характеризуются уровнями приоритета: нулевым, первым и вторым. Каждый новый запуск задания осуществляется через 50 ± 30 сек. После запуска задания оно требует для своего выполнения 100 ± 50 сек. времени работы процессора, причем задания более высокого приоритета прерывают выполнение задач более низкого приоритета. Смоделировать процесс работы системы в течение 3 часов.

2. Магистраль передачи данных состоит из двух каналов (основного и резервного) и общего накопителя. При нормальной работе сообщения передаются по основному каналу за 9 ± 3 с. В основном канале происходят сбои через интервалы времени 200 ± 50 с. Если сбои происходят во время передачи, то за 2 с запускается запасной канал, который передает прерванное сообщение с самого начала. Восстановление основного канала занимает 23 ± 7 с. После восстановления резервный канал выключается и основной канал продолжает работу с очередного сообщения. Сообщения поступают через 9 ± 4 с и остаются в накопителе до окончания передачи. В случае сбоя передаваемое сообщение передается повторно по запасному каналу. Смоделировать работу передачи данных в течение 1 часа. Время подчинено равномерному закону

3. На вычислительном центре в обработку принимается три класса заданий А, В и С. Исходя из приоритетов задания классов А и В могут решаться одновременно (они имеют одинаковые приоритеты, приоритет заданий класса С ниже). Задания класса А поступают через 20 ± 5 мин, класса В- 20 ± 10 мин и класса С- через 30 ± 10 мин и требуют для выполнения: А- 20 мин, В- 21 мин и С- 28 мин. Смоделировать работу ЭВМ за 10 часов. Все процессы подчинены экспоненциальному закону.

4. На обработку поступает поток заявок с интервалом 10 ± 1 единица времени. Нечетные заявки обрабатываются на первом приборе со временем 15 ± 2 единицы, четные заявки – на втором приборе со временем 17 ± 3 единицы. Смоделировать работу системы при прохождении 100 заявок.

5. Составить программу процесса прохождения заявок, поступление которых подчиняется равномерному закону с интервалом 9 ± 1 сек времени. Сообщения могут обрабатываться на одном из двух приборов; на первом – со временем 5 ± 3 сек, на втором - 7 ± 2 сек. Причем предпочтительнее обработка на первом приборе. Смоделировать процесс прохождения 75 заявок.

6. Пусть в условиях пятого варианта заявки поступают на обработку к первому прибору с вероятностью 0,7 и ко второму прибору с вероятностью 0,3.

Поступление заявок подчинено нормальному закону. Смоделировать работу системы в течение 3 часов.

7. На обработку поступает два типа заявок. Заявки первого типа через каждые 10 ± 5 сек, второго через каждые 30 ± 10 сек. При этом заявки второго типа обслуживаются вне очереди. Время обслуживания подчинено экспоненциальному закону и равно в среднем для заявок первого типа 8 сек, а для второго типа 12 сек. Промоделировать работу объекта за 2 часа.

8. На обработку в вычислительный центр прибывают заявки двух видов. Время прихода заявок первого вида распределено в интервале 10 ± 5 мин, заявок второго вида 5 ± 2 мин. Время затрачиваемое на обслуживание равно соответственно 8 ± 3 и 5 ± 1 мин. Заявки первого типа обслуживаются вне очереди. Смоделировать работу вычислительного центра в течение 10 часов.

9. На обработку поступают два потока заявок с интервалом времени 20 ± 5 сек. На предварительную обработку заявок первого потока затрачивается 4 ± 1 сек, а заявок второго потока 2 ± 1 сек. Непосредственно обработка заявок производится со временем 7 ± 3 сек. Заявки второго потока при предварительной обработке обслуживаются вне очереди. Все процессы подчиняются равномерному закону. Смоделировать работу системы в течение 7 часов.

10. Магистраль передачи данных состоит из двух каналов (основного и резервного) и общего накопителя. При нормальной работе сообщения передаются по основному каналу за 7 ± 1 с. В основном канале происходят сбои через 500 сек. Если они происходят во время передачи, то за 1 с запускается запасной канал, который передает прерванное сообщение с самого начала. Сообщения поступают через 10 ± 2 с и остаются в накопителе до окончания передачи. В случае сбоя передаваемое сообщение передается повторно по запасному каналу. Смоделировать работу передачи данных в течение 1 часа. Время подчинено равномерному закону.

Тема: Разработка и исследование модели распределения виртуальных ресурсов системы обработки данных

Вопросы

1. Изучить особенности ресурсного обеспечения сложных ИВС, технологии виртуализации.
- 2) Разработать аналитическую модель задачи оптимизации виртуальных ресурсов облачных сред.
- 3) Минимизировать стоимость виртуальных ресурсов с помощью надстройки «Поиск решения» пакета MS Excel

1. ОСОБЕННОСТИ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЛОЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Применение разработок виртуализации в сложных вычислительных системах выделяется следующими особенностями:

1. Приемлемой ценой оборудования из-за применения серверов виртуализации вместе с тонкими клиентами, позволяющего:
 - во много раз уменьшить объем используемого дискового пространства;
 - заказчикам приобретать оборудование по более низким ценам.
1. Заметное сокращение энергопотребления. Так как при работе тонкие клиенты меньше расходуют электроэнергию.
2. В настоящее время тонкие клиенты в гораздо дешевле чем раньше.
3. Сейчас тонкие клиенты могут быть установлены на компьютеры более ранних версий это говорит о том, что не обязательно использовать новые дорогостоящие ПК.
4. С использованием виртуализации снижается цена на лицензионное ПО.
5. Сокращается время на обслуживание программного обеспечения.
6. Создание образов на виртуальных машинах, говорит о высокой защищенности от вирусов.

7. Работа с виртуальной машиной показывает, что по времени загрузка ОС проходит быстрее.

1.1. Разработка задачи оптимизации ресурсного обеспечения ИВС

Предположим, что в распределенной системе (кластер виртуальных машин) с постоянно меняющейся загрузкой запущено несколько вычислительных процессов одного распределенного приложения. Для простоты будем считать, что каждый процесс работает на отдельном узле. Процессы выполняют полезную работу в фоновом режиме (отдавая приоритет выполнения процессам операционной системы и прикладным процессам пользователя узла). Работа процессов синхронизирована в определенных точках, и в течение шага синхронизации каждый процесс выполняет свою долю типовых расчетов, пропорциональную производительности своего узла. Допустим, что для любого вида виртуальной машины F_i , где $i=1, \dots, n$, известны ее технические характеристики, то есть количественное содержание в одном экземпляре данного вида виртуальных машин назначенных компонентов. В таком случае можно изобразить матрицу, состоящую из характеристики видов виртуальных машин:

$$\begin{matrix} N_1 \\ \vdots \\ N_m \end{matrix} \begin{matrix} F_1 & \dots & F_n \\ \left[\begin{matrix} a_{1,1} & \dots & a_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m,1} & \dots & a_{m,n} \end{matrix} \right] \end{matrix} \quad (1)$$

Из ячеек такой таблицы образуется матрица размера $m \times n$, которая будет называться матрицей виртуальных ресурсов. Затем, мы составили распределение мощностей $x^T = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ на определенный промежуток времени, для которого известно точное количество пользователей. Другими словами, планируется предоставить каждой группе пользователей сессию:

- 1) x_1 экземпляров ВМ вида F_1 ;

- 1) x_2 экземпляров ВМ вида F_2 ;
- 2);
- 3) x_n экземпляров ВМ вида F_n .

Просто определить, какой размер оперативной памяти и прибора хранения данных, а также значение производительности микропроцессора получит каждая группа пользователей на сессию. Именно характеристика N_1 располагается в этом распределении мощностей в общем количестве:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \quad (2)$$

Потому что в x_1 экземплярах ВМ типа F_1 , исходя из матрицы виртуальных ресурсов, содержится $a_{11}x_1$ единиц характеристик N_1 . К этому количеству прибавляется размер $a_{12}x_2$ характеристики N_1 из x_2 экземпляров ВМ вида F_2 и т. д. Так же можно вычислить и число всех остальных характеристик N_i в составленном распределении мощностей $x^T = (x_1, x_2, \dots, x_n)$. Положим, что имеются требования, которые касаются предоставления некоего определенного количества каждой из характеристики N_i , где $i = 1, \dots, m$, каждой группе пользователей в заданный срок. Например, общий объем выделяемой оперативной памяти не должен быть меньше требуемого. Выразим такие требования вектором $b^T = (b_1, b_2, \dots, b_m)$, i компонента которого указывает минимальное требуемое содержание характеристики N_i в распределении мощностей. Отсюда следует, что координаты x_i вектора x^T должны удовлетворять следующей системе ограничений:

$$\begin{aligned} & a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1, \\ & a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \geq b_2, \\ & \dots\dots\dots \\ & a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m. \end{aligned} \tag{3}$$

Из постановки задачи видно, что все переменные $x_1, x_2, \dots, x_n$ положительны. Исходя из этого к ограничениям (3) добавляются неравенства:

$$\begin{aligned} x_1 &\geq 0, \\ x_2 &\geq 0, \\ &\dots \dots \dots \\ x_n &\geq 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Понятно, что любое распределение мощностей $x^T = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ обязано удовлетворять условиям (3) и (4). Но таких распределений мощностей может оказаться бесконечно много, в связи с этим для выбора одного из них вводят критерий стоимости – цену набора. Пусть стоимость ВМ типа $F_1, F_2, \dots, F_n$ равна соответственно $c_1, c_2, \dots, c_n$. Отсюда следует, что стоимость общего распределения мощностей $x^T = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ можно записать в виде ценовой функции:

$$c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (5)$$

Окончательная формулировка задачи о распределении виртуальных ресурсов: среди всех векторов $x^T = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, которые подходят под ограничения (3) и (4), необходимо выбрать такой вектор, для которого выражение (5) принимает минимальное значение. На этом процесс построения задачи о составлении распределения мощностей окончен. Задачу поиска наиболее экономичного распределения виртуальных ресурсов кратко выражается в следующей матрично-векторной форме:

$$\begin{aligned} c^T x &\rightarrow \min, \\ A_x &\geq b, \\ x &\geq 0. \end{aligned} \quad (6)$$

где A – матрица размерности $m \times n$; b, c, x – векторы-столбцы соответствующей размерности. Выражение реальной задачи в строгой математической форме, позволило применить весь арсенал математических методов для ее решения.

1.2. Средство Excel «Поиск решения»

Надстройка MS Excel «Поиск решения» позволяет решать широкий круг задач на оптимизацию. «Поиск решения» в Excel позволяет без

временных затрат находить оптимальные решения достаточно сложных моделей, не только линейных, без знания алгоритмов и длительных рутинных итераций.

«Поиск решения» — это часть блока задач, который иногда называют анализ «что-если». С помощью процедуры поиска решения можно найти оптимальное значение формулы, содержащейся в ячейке, такая ячейка называется целевой. Процедура работает с группой ячеек, прямо или косвенно связанных с формулой в целевой ячейке. Чтобы получить в зависимости от формулы, которая содержится в целевой ячейке, заданный результат, процедура изменяет значения во влияющих ячейках. Так же для уменьшения количества значений, которые используются в модели, применяются ограничения. Такие ограничения могут ссылаться на другие влияющие ячейки.

Процедуру поиска решения можно использовать для определения значения влияющей ячейки, соответствующему экстремуму зависимой ячейки.

Надстройка MS Excel «Поиск решения» позволяет получить искомое значение в определенной ячейке, которую называют целевой, путем изменения значений нескольких влияющих ячеек. Кроме того, при поиске решения можно указать дополнительные условия – ввести ограничения на изменение параметров влияющих ячеек. Допускается установка до 200 изменяемых ячеек.

Для выполнения операции «Поиск решения» используется команда меню «Сервис – Поиск решения». Она может отсутствовать в меню сервис. В этом случае нужно в меню Сервис выбрать команду Надстройки и установить в списке включенных надстроек нужный флажок.

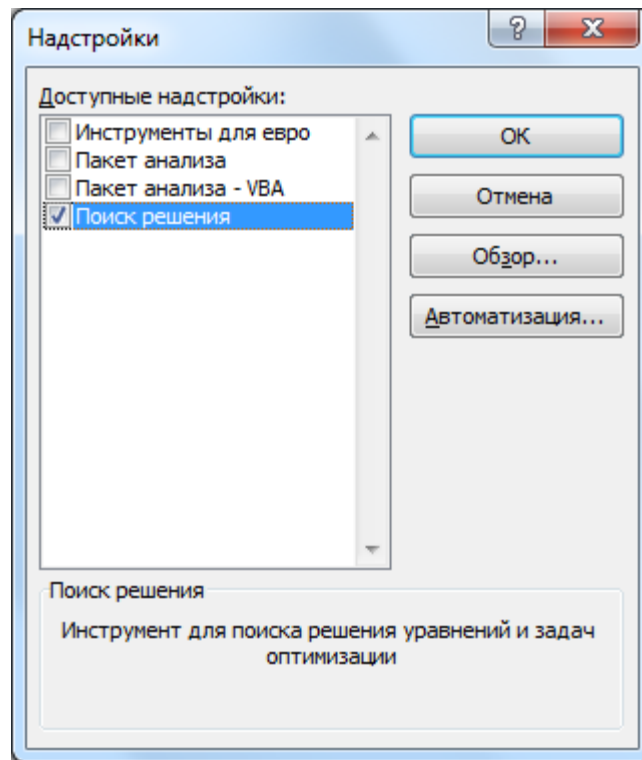


Рисунок 1. Список подключенных надстроек

Надстройки — это специальные средства, которые расширяют вычислительные возможности Excel. Так как подключение надстроек увеличивает нагрузку на вычислительную систему, рекомендуется подключать только те из них, которые необходимы для текущего сеанса работы.

Для выполнения операции «Поиск решения» нужно выполнить команду «Сервис» – «Поиск решения» и в диалоговом окне «Поиск решения» задать значения параметров решения:

- адрес целевой ячейки, в которой будет подбираться значение;
- критерий оптимальности (максимальное или минимальное значение) или значение, которое следует найти;
- адреса изменяемых ячеек; при этом адреса отдельных ячеек или диапазонов разделяются запятыми; кнопка «Предположить» служит для автоматического выделения ячеек, влияющих на целевую;

– ограничения, которые должны учитываться при поиске решения;
для ввода нескольких ограничений используется кнопка «Добавить».

Результат выполнения вышеописанных действий можно наблюдать на рисунке 2:

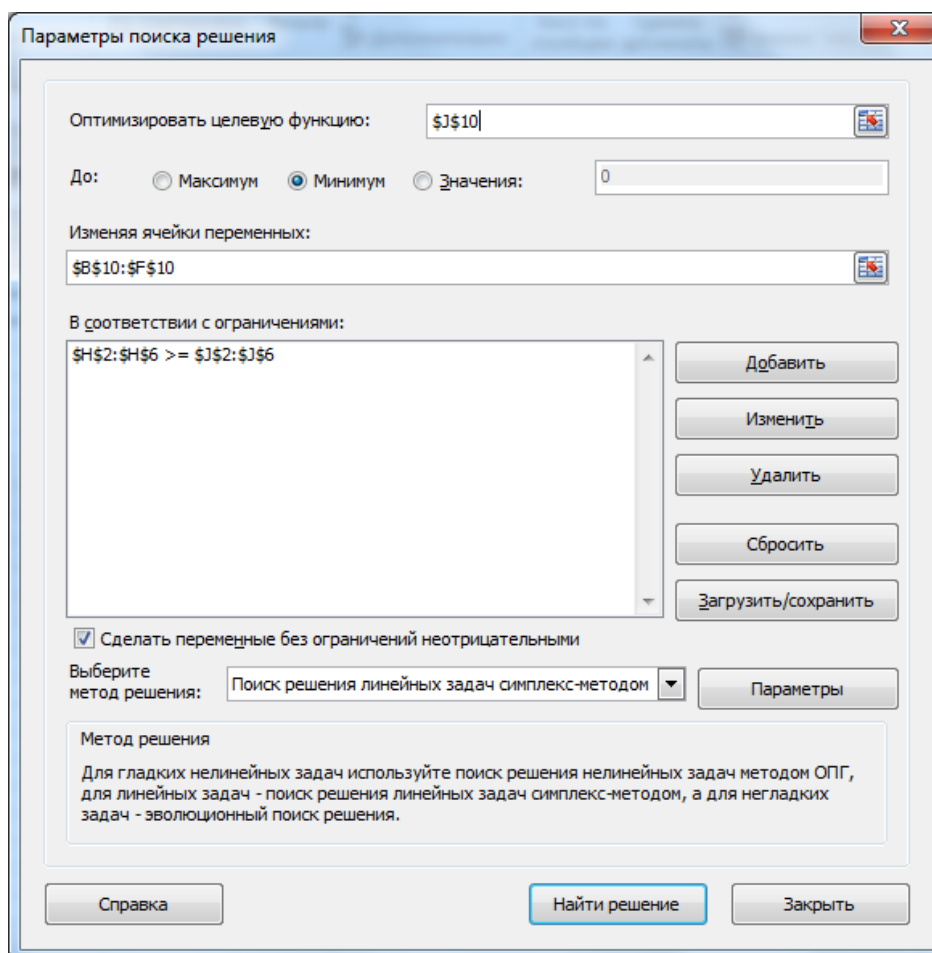


Рисунок 2. Окно параметров надстройки «Поиск решения»

Кликнув на кнопку «Параметры» позволяется изменить параметры поиска: способ поиска решения, время вычислений, точность определения результатов.

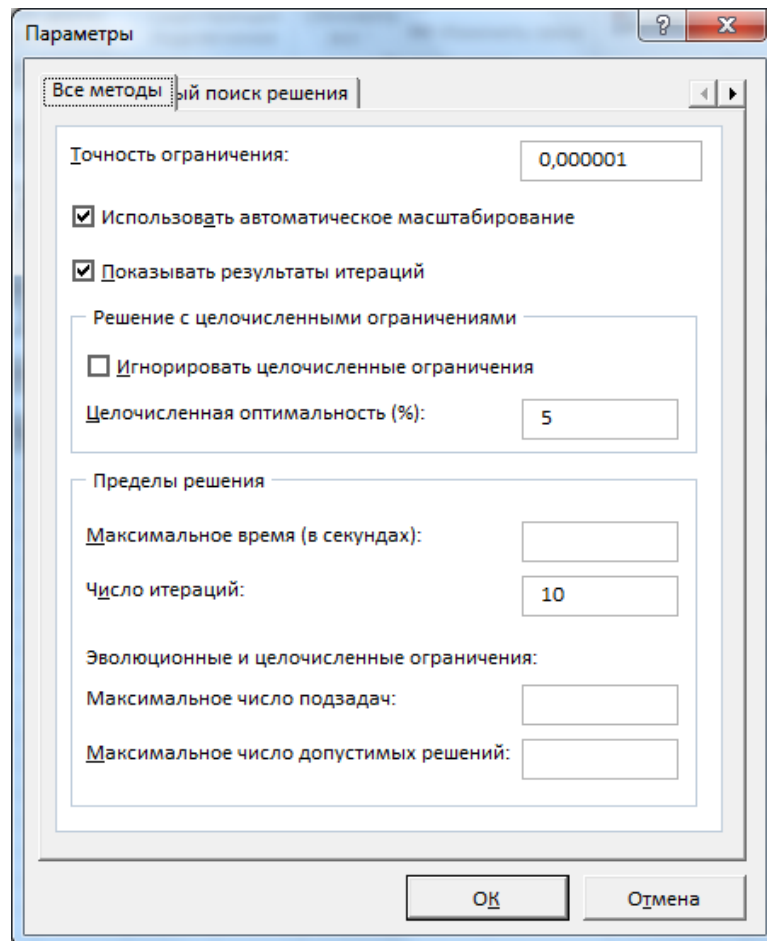


Рисунок 3. Диалоговое окно установки параметров поиска решения

В основном достаточно будет использовать настройки по умолчанию. Это окно позволяет так же сохранить модель поиска или загрузить ранее сохраненную модель.

Когда поиск решения успешно завершается, результаты вычислений заносятся в исходную таблицу, а в окне «Результаты решения» пользователь имеет возможность выбрать следующие варианты:

- сохранить найденной решение в исходной таблице;
- восстановить исходные значения;
- сохранить результаты в виде сценария;
- сформировать отчет по результатам выполнения операции.

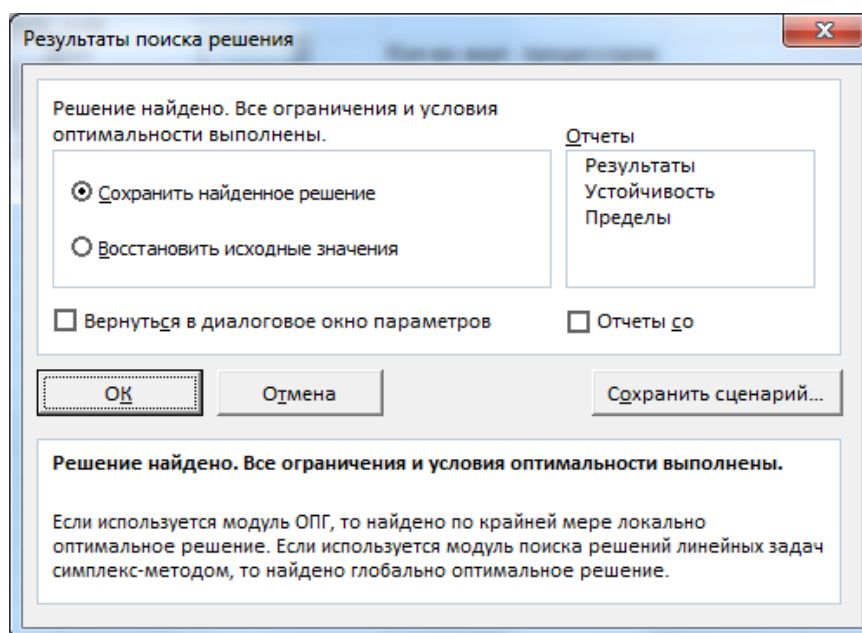


Рисунок 4. Диалог «Результаты поиска решений»

Отчет по результатам поиска создается на отдельном рабочем листе и содержит информацию об исходных и конечных значениях целевой и влияющей ячеек и наложенных ограничениях.

2. Вычисление плана предоставления ресурсов

Используя описанное выше программное средство, вычислим комбинацию ВМ с наименьшей стоимостью, удовлетворяющую системным требованиям приложения, выполняемого в ЦОД, основанном на облачных технологиях. В рассматриваемой системе используется пять типов виртуальных машин (таблица 1), используемых для обеспечения работы конечного множества экземпляров приложения, требующих одинаковых объемов ресурсов.

Таблица 1. Типы виртуальных машин

№	Стоимость в час, \$	Название	vCPU (кол-во процессоров)	ECU (производительность вирт. процессора)	ОЗУ, Гб	Уст-во хранения , Гб	Производительность Сети
1	0.209	r3.xlarge	4	13	30,5	80	Средняя(3)
2	0.190	m3.xlarge	4	13	15	80	Высокая(4)
3	0.111	m2.xlarge	2	6,5	17,1	420	Средняя(3)
4	0.146	c3.xlarge	4	14	7,5	80	Средняя(3)
5	0.767	g2.2xlarge	8	26	15	100	Высокая(4)

Здесь vCPU (virtual CPU) – виртуальный процессор, производительность которого измеряется в ECU (EC2 Compute Unit). Согласно информации, один ECU соответствует 1–1,2 ГГц процессора AMD Opteron или Intel Xeon 2007 года производства. Так, про экземпляр ВМ типа r3.xlarge можно сказать, что он содержит 30,5 Гб оперативной памяти, четыре процессора по тринадцать ECU каждый и устройство хранения данных в 80 Гб, при этом его базовая стоимость составляет 0,209 долларов в час. Данные типы ВМ были выбраны из набора экземпляров ВМ, разработанных компанией Amazon EC2, являющейся одним из лидеров на рынке виртуализации. Обозначим типы ВМ r3.xlarge, m3.xlarge, m2.xlarge, c3.xlarge, g2.2xlarge как F_1, F_2, F_3, F_4, F_5 соответственно, а технические характеристики ВМ через N_1, N_2, N_3, N_4, N_5 , где N_1 – количество виртуальных процессоров: {4; 4; 2; 4; 8}, N_2 – мера производительности процессора: {13; 13; 6,5; 14; 26}, N_3 – объем оперативной памяти в Гб: {30,5; 15; 17,1; 7,5; 15}, N_4 – устройство хранения данных в Гб: {80; 80; 420; 80; 100}, N_5 – мера производительности сети, где очень низкая производительность – 1, низкая – 2, средняя – 3, высокая – 4: {3; 4; 3; 3; 4}. На основании (1) и введенных обозначений построим матрицу виртуальных ресурсов ЦОД:

	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
N_1	4	4	2	4	8
N_2	13	13	6.5	14	26
N_3	30.5	15	17.1	7.5	15
N_4	80	80	420	80	100
N_5	3	4	3	3	4

Пусть нам известно, что для работы одного экземпляра приложения необходимы следующие минимальные значения технических характеристик: 3 виртуальных процессора производительностью в 8 ECU, 4,096 Гб оперативной памяти, устройство хранения данных объемом 100Гб и средняя производительность сети. Тогда вектор ограничений имеет вид $b^T = (3; 8; 4.096; 100; 3)$ и мы получаем:

$$4x_1 + 4x_2 + 2x_3 + 4x_4 + 8x_5 \geq 3$$

$$13x_1 + 13x_2 + 6.5x_3 + 14x_4 + 26x_5 \geq 8,$$

$$30.5x_1 + 15x_2 + 17.1x_3 + 7.5x_4 + 15x_5 \geq 4.096,$$

$$80x_1 + 80x_2 + 420x_3 + 80x_4 + 100x_5 \geq 100,$$

$$3x_1 + 4x_2 + 3x_3 + 3x_4 + 4x_5 \geq 3.$$

Из смысла задачи очевидно, что все переменные $x_1, x_2, \dots, x_n$ неотрицательны. На основании этого к ограничениям добавляются неравенства:

$$x_1 \geq 0,$$

$$x_2 \geq 0,$$

...,

$$x_5 \geq 0.$$

Из табл. можно вывести вектор стоимости ВМ типа $F_1, F_2, \dots, F_5$, который записывается следующим образом:

$$c^T = (0.209; 0.190; 0.111; 0.146; 0.767).$$

Следовательно, стоимость всего распределения мощностей $x^T = (x_1, x_2, \dots, x_5)$ может быть записана в виде целевой функции:

$$0.209x_1 + 0.190x_2 + 0.111x_3 + 0.146x_4 + 0.767x_5 \rightarrow \min$$

Задачу поиска наиболее дешевого распределения виртуальных ресурсов можно выразить в следующей матрично-векторной форме:

$$0.209x_1 + 0.190x_2 + 0.111x_3 + 0.146x_4 + 0.767x_5 \rightarrow \min$$

$$4x_1 + 4x_2 + 2x_3 + 4x_4 + 8x_5 \geq 3$$

$$13x_1 + 13x_2 + 6.5x_3 + 14x_4 + 26x_5 \geq 8,$$

$$30.5x_1 + 15x_2 + 17.1x_3 + 7.5x_4 + 15x_5 \geq 4.096,$$

$$80x_1 + 80x_2 + 420x_3 + 80x_4 + 100x_5 \geq 100,$$

$$3x_1 + 4x_2 + 3x_3 + 3x_4 + 4x_5 \geq 3$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_5 \geq 0.$$

Варианты характеристик приложений реализуемые виртуальными машинами

№ варианта	Характеристики реализуемых Приложений				
	Количества виртуальны х	Производительн ости виртуальных	Объемы ОП (N3), Гб	Объемы дисков (N4), Гб	Производ ительнос ть сети

	процессоров (N1)	процессоров (N2)			(N5)
1	2	6,5	3,76	100	3
2	3	13	3,25	75	4
3	4	6,5	4,73	70	3
4	5	14	4,96	60	3
5	2	13	2,35	100	4
6	3	26	4,57	35	4
7	4	6,4	3,96	80	3
8	5	26	2,73	85	4
9	3	14	3,84	90	3
10	4	13	5,23	100	4

Вычисления системы уравнений производится с помощью надстройки «Поиск решения» в таблице Microsoft Excel.

Для выполнения расчетов требуется выполнить следующие этапы:

1. Активировать надстройку пакета MS Excel «Поиск решения».
- 1.1. Нажать кнопку «Параметры» в меню «Файл».

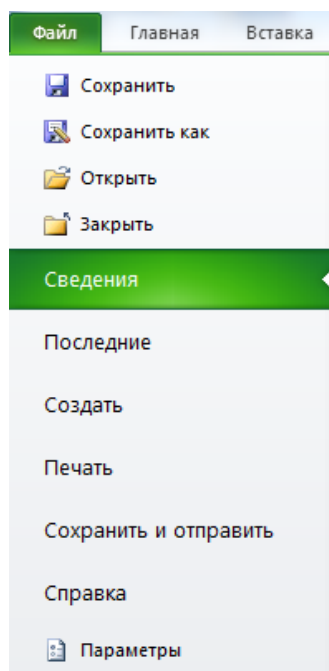


Рисунок 5. Расположение кнопки «Параметры» в пакете MS Excel

- 1.2. В открывшемся окне «Параметры Excel» выбрать вкладку «Дополнения»:

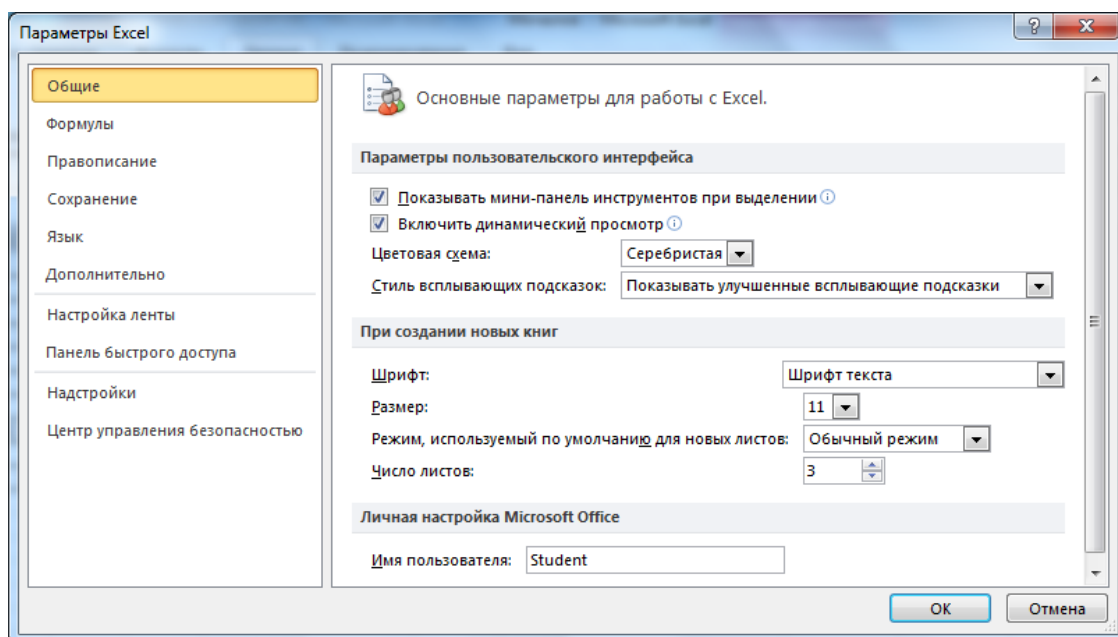


Рисунок 6. Окно «Параметры Excel»

1.3. Выбрать пункт «Поиск решений» из списка доступных дополнений и нажать кнопку «Перейти».

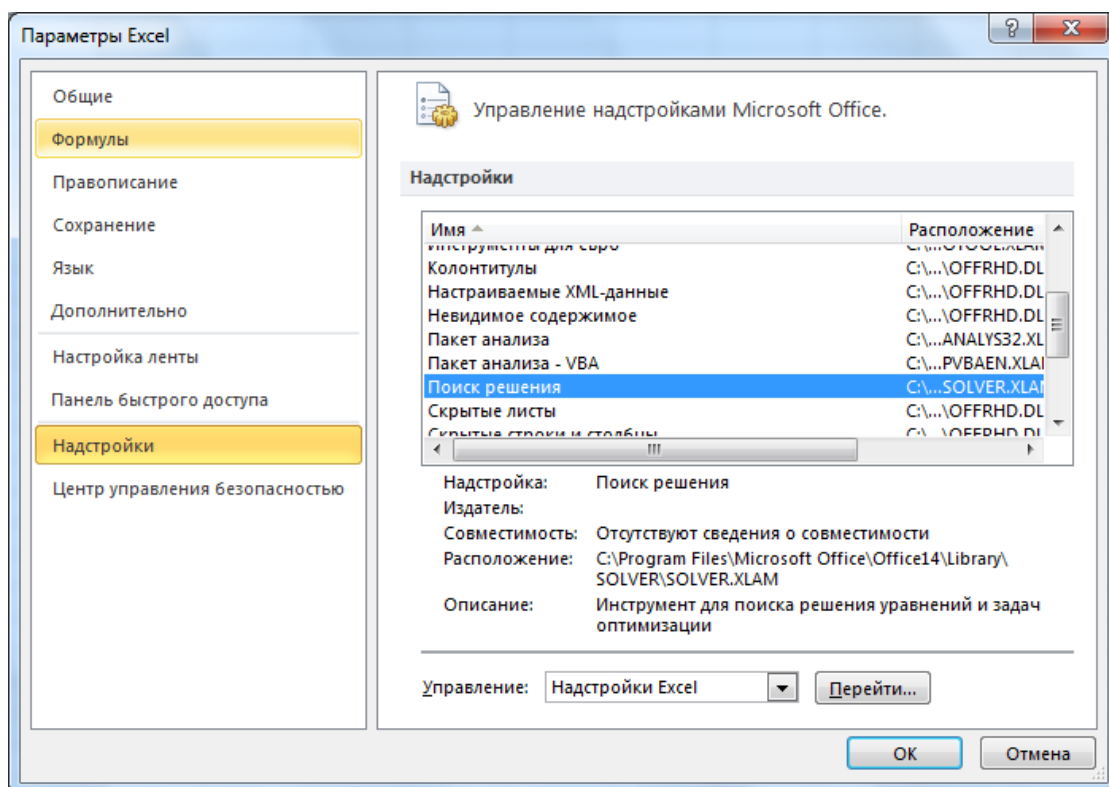


Рисунок 7. Список доступных дополнений в MS Excel

1.4. В открывшемся окне ответить пункт «Поиск решений» и нажать кнопку «ОК».

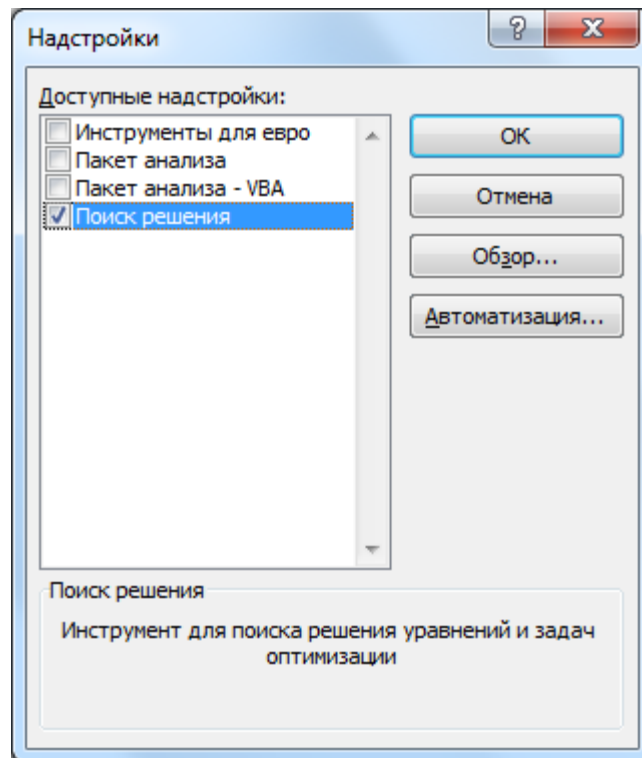


Рисунок 8. Список подключенных надстроек

2. Создать таблицу следующего вида:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		F1	F2	F3	F4	F5		Треб. техн. ч-ки				
2	N1	4	4	2	4	8		3	>=	3		Кол-во вирт. процессоров
3	N2	13	13	6,5	14	26		1,03E+01	>=	10,25		Произв. процессоров
4	N3	30,5	15	17,1	7,5	15		1,23E+01	>=	12,3		Объем ОЗУ
5	N4	80	80	420	80	100		250	>=	250		Объем НЖДМ
6	N5	3	4	3	3	4		3	>=	3		Произв. сети
7												
8	Ст-ть	0,209	0,19	0,111	0,146	0,767						
9										Итог. стоим.		
10	X	1,39E-16	0	0,5	0,5	0				0,1285		
11												
12												
13												

Рисунок 9. Структура расчетной таблицы

3. Ввести значения исходных данных в расчетную таблицу. В ячейки диапазона B2:F6 вводятся характеристики F1..F5 виртуальных машин N1..N5. В диапазон ячеек J2:J6 вводятся требуемые приложениям характеристики производительности. В диапазон B8:F8 вводятся стоимости часа использования виртуальных машин N1..N5.

4. Ввести формулы в расчетную таблицу согласно таблице 2:

Таблица 2. Значения ячеек расчетной таблицы

Адрес ячейки	Формула в ячейке
H2	=B2*B\$10+C2*C\$10+D2*D\$10+E2*E\$10+F2*F\$10
H3	=B3*B\$10+C3*C\$10+D3*D\$10+E3*E\$10+F3*F\$10
H4	=B4*B\$10+C4*C\$10+D4*D\$10+E4*E\$10+F4*F\$10
H5	=B5*B\$10+C5*C\$10+D5*D\$10+E5*E\$10+F5*F\$10
H6	=B6*B\$10+C6*C\$10+D6*D\$10+E6*E\$10+F6*F\$10
J10	=B10*B8 + C10*C8 + D10*D8 + E10*E8+F10*F8

5. Нажат кнопку «Поиск решения» из группы «Анализ» во вкладке «Данные».

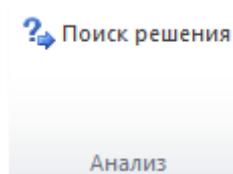


Рисунок 10. Расположение кнопки «Поиск решения» в MS Excel

6. В появившемся окне «Параметры поиска решения» ввести параметры поиска решения:

- к какому значению будет стремиться полученный результат (минимальное, максимально или просто значение);
- какие ячейки переменных при этом изменяются;
- ограничения;
- метод решения (в данной работе используется «Поиск решения линейных задач симплекс-методом»).

The image shows a dialog box titled "Параметры поиска решения" (Parameters of the search for a solution). It contains the following elements:

- Optimize objective function:** A text box containing "\$J\$10" with a small icon to its right.
- To:** Three radio buttons: "Максимум" (Maximum), "Минимум" (Minimum, which is selected), and "Значения:" (Values:). Next to "Значения:" is a text box containing "0".
- Changing variable cells:** A text box containing "\$B\$10:\$F\$10" with a small icon to its right.
- Subject to constraints:** A list box containing the formula "\$N\$2:\$N\$6 >= \$J\$2:\$J\$6". To the right of this list are five buttons: "Добавить" (Add), "Изменить" (Change), "Удалить" (Delete), "Сбросить" (Reset), and "Загрузить/сохранить" (Load/save).
- Make variable cells without constraints non-negative:** A checked checkbox.
- Select the solving method:** A dropdown menu showing "Поиск решения линейных задач симплекс-методом" (Simplex LP). To its right is a button labeled "Параметры" (Parameters).
- Method of solution:** A text box containing the text: "Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения." (For smooth nonlinear problems use the nonlinear problem solving method, for linear problems - the simplex method, and for non-smooth problems - the evolutionary method).
- Buttons at the bottom:** "Справка" (Help), "Найти решение" (Find solution), and "Закрыть" (Close).

Рисунок 10. Параметры поиска решения.

Также можно ввести более точный поиск решения, для этого нужно кликнуть «Параметры» (Рисунок 12).

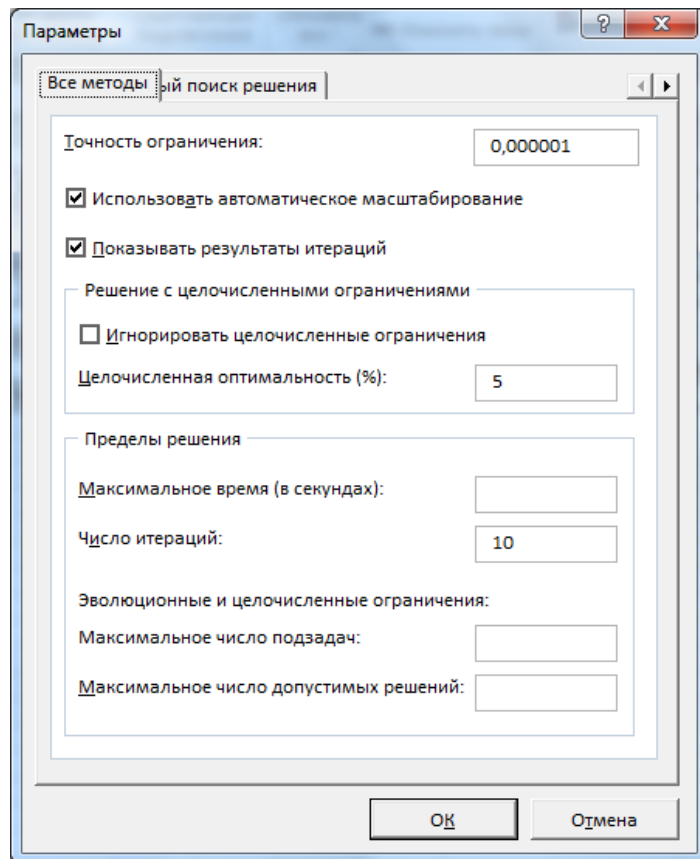


Рисунок 12. Дополнительные параметры поиска решения

Здесь указывается:

- 1) Точность ограничения (в работе 0,000001);
 - 1) Автоматическое масштабирование (в работе включено, потому что результаты могли существенно различаться);
 - 2) Целочисленная оптимальность показывает, что в работе 5% от целого числа ограничение имеет право быть;
 - 3) Число итераций 10.
7. Запустить решение, нажав кнопку «Найти решение» в окне «Параметры поиска решения». При появлении окна «Показать предварительное решение» нажимайте кнопку «Продолжить».

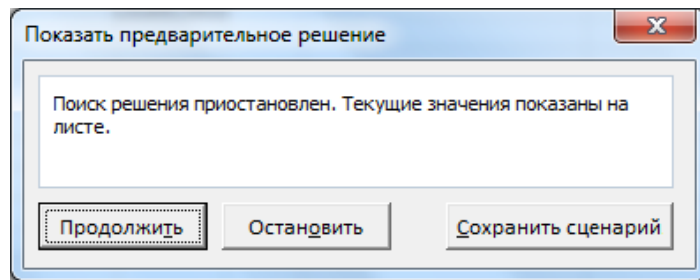


Рисунок 13. Окно предварительных результатов

8. При появлении окна «Результаты поиска решения» сохранить результат. Для этого выбрать вариант «Сохранить найденное решения», нажать на пункты «Результаты» и подтвердить сохранение нажатием кнопки «ОК», при этом будет создана дополнительная вкладка с результатами.

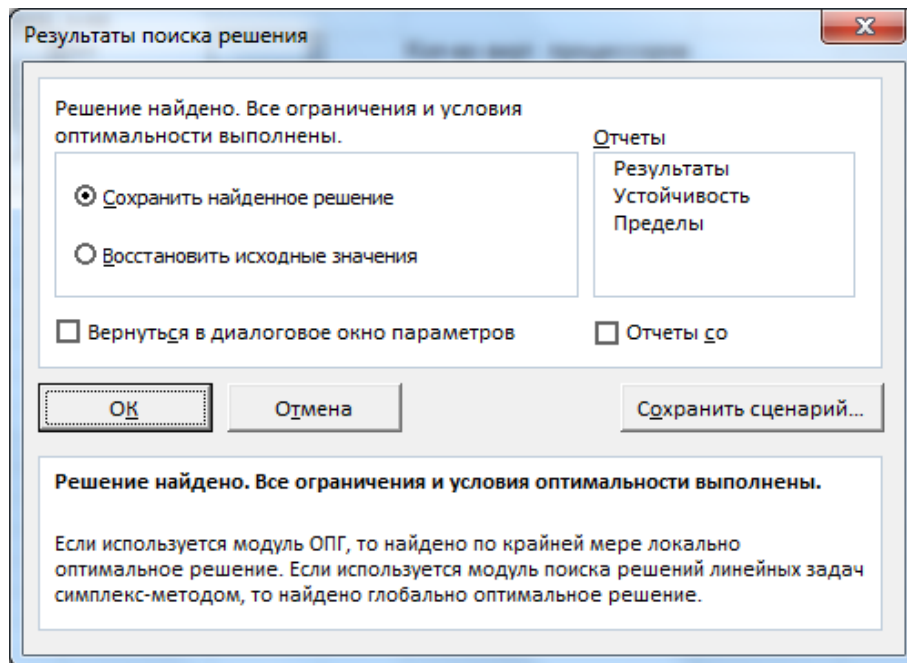


Рисунок 14. Окно результатов поиска решения

Построенную задачу можно отнести к классу задач линейного программирования, а поиск ее решения осуществлялся с помощью симплекс-метода. При решении данной задачи для получения оптимального плана в основном симплекс-методе было проведено 9 итераций. Время вычисления оптимального плана с применением программного пакета Microsoft Excel на персональном компьютере с системными параметрами: процессор – Intel

CORE i5, 2,5 ГГц, оперативная память – 4 Гб – составило 6.241 секунды (Рисунок 15).

$$\begin{aligned} x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 0.5, x_4 = 0.5, x_5 = 0, \\ F(x) = 0.5 \cdot 0.111 + 0.5 \cdot 0.146 = 0.129. \end{aligned} \quad (12)$$

Оптимальный план предоставления виртуальных ресурсов можно записать так:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O																																				
1	Microsoft Excel 16.0 Отчет о результатах																																																		
2	Лист: [Таблица Типы VM.xlsx]Лист1																																																		
3	Отчет создан: 30.04.2020 19:35:31																																																		
4	Результат: Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены.																																																		
5	Модуль поиска решения																																																		
6	Модуль: Поиск решения лин. задач симплекс-методом																																																		
7	Время решения: 6,241 секунд.																																																		
8	Число итераций: 9 Число подзадач: 0																																																		
9	Параметры поиска решения																																																		
10	Максимальное время Без пределов, Число итераций 9, Precision 0,000001, Использовать автоматическое масштабирование, Показывать результаты итераций																																																		
11	Максимальное число подзадач Без пределов, Максимальное число целочисленных решений Без пределов, Целочисленное отклонение 5%, Считать неотрицательными																																																		
12	Ячейка целевой функции (Минимум)																																																		
13	<table><tr><th>Ячейка</th><th>Имя</th><th>Исходное значение</th><th>Окончательное значение</th></tr><tr><td>\$J\$10</td><td>ЦФ=</td><td>0,1285</td><td>0,1285</td></tr></table>															Ячейка	Имя	Исходное значение	Окончательное значение	\$J\$10	ЦФ=	0,1285	0,1285																												
Ячейка	Имя	Исходное значение	Окончательное значение																																																
\$J\$10	ЦФ=	0,1285	0,1285																																																
14																																																			
15	Ячейки переменных																																																		
16	<table><tr><th>Ячейка</th><th>Имя</th><th>Исходное значение</th><th>Окончательное значение</th><th>Целочисленное</th></tr><tr><td>\$B\$10</td><td>X F1</td><td>0</td><td>0</td><td>Продолжить</td></tr><tr><td>\$C\$10</td><td>X F2</td><td>0</td><td>0</td><td>Продолжить</td></tr><tr><td>\$D\$10</td><td>X F3</td><td>0,5</td><td>0,5</td><td>Продолжить</td></tr><tr><td>\$E\$10</td><td>X F4</td><td>0,5</td><td>0,5</td><td>Продолжить</td></tr><tr><td>\$F\$10</td><td>X F5</td><td>0</td><td>0</td><td>Продолжить</td></tr></table>															Ячейка	Имя	Исходное значение	Окончательное значение	Целочисленное	\$B\$10	X F1	0	0	Продолжить	\$C\$10	X F2	0	0	Продолжить	\$D\$10	X F3	0,5	0,5	Продолжить	\$E\$10	X F4	0,5	0,5	Продолжить	\$F\$10	X F5	0	0	Продолжить						
Ячейка	Имя	Исходное значение	Окончательное значение	Целочисленное																																															
\$B\$10	X F1	0	0	Продолжить																																															
\$C\$10	X F2	0	0	Продолжить																																															
\$D\$10	X F3	0,5	0,5	Продолжить																																															
\$E\$10	X F4	0,5	0,5	Продолжить																																															
\$F\$10	X F5	0	0	Продолжить																																															
17																																																			
18																																																			
19																																																			
20																																																			
21																																																			
22	Ограничения																																																		
23	<table><tr><th>Ячейка</th><th>Имя</th><th>Значение ячейки</th><th>Формула</th><th>Состояние</th><th>Допуск</th></tr><tr><td>\$H\$2</td><td>N1 Треб. техн.х-ки</td><td>3</td><td>\$H\$2<=\$J\$2</td><td>Привязка</td><td>0</td></tr><tr><td>\$H\$3</td><td>N2 Треб. техн.х-ки</td><td>8</td><td>\$H\$3<=\$J\$3</td><td>Без привязки</td><td>2,25</td></tr><tr><td>\$H\$4</td><td>N3 Треб. техн.х-ки</td><td>4,096</td><td>\$H\$4<=\$J\$4</td><td>Без привязки</td><td>8,204</td></tr><tr><td>\$H\$5</td><td>N4 Треб. техн.х-ки</td><td>100</td><td>\$H\$5<=\$J\$5</td><td>Без привязки</td><td>150</td></tr><tr><td>\$H\$6</td><td>N5 Треб. техн.х-ки</td><td>3</td><td>\$H\$6<=\$J\$6</td><td>Привязка</td><td>0</td></tr></table>															Ячейка	Имя	Значение ячейки	Формула	Состояние	Допуск	\$H\$2	N1 Треб. техн.х-ки	3	\$H\$2<=\$J\$2	Привязка	0	\$H\$3	N2 Треб. техн.х-ки	8	\$H\$3<=\$J\$3	Без привязки	2,25	\$H\$4	N3 Треб. техн.х-ки	4,096	\$H\$4<=\$J\$4	Без привязки	8,204	\$H\$5	N4 Треб. техн.х-ки	100	\$H\$5<=\$J\$5	Без привязки	150	\$H\$6	N5 Треб. техн.х-ки	3	\$H\$6<=\$J\$6	Привязка	0
Ячейка	Имя	Значение ячейки	Формула	Состояние	Допуск																																														
\$H\$2	N1 Треб. техн.х-ки	3	\$H\$2<=\$J\$2	Привязка	0																																														
\$H\$3	N2 Треб. техн.х-ки	8	\$H\$3<=\$J\$3	Без привязки	2,25																																														
\$H\$4	N3 Треб. техн.х-ки	4,096	\$H\$4<=\$J\$4	Без привязки	8,204																																														
\$H\$5	N4 Треб. техн.х-ки	100	\$H\$5<=\$J\$5	Без привязки	150																																														
\$H\$6	N5 Треб. техн.х-ки	3	\$H\$6<=\$J\$6	Привязка	0																																														
24																																																			
25																																																			
26																																																			
27																																																			
28																																																			

Рисунок 15. Результат оптимизации функции стоимости

Полученное решение может говорить о том, что для обеспечения наиболее дешевого предоставления ресурсов, необходимых для работы одного экземпляра приложения, потребуется 0,5 экземпляров ВМ типа 3 и 0,5 экземпляров ВМ типа 4, а минимальная стоимость такого предоставления составит 0,129 долларов в час.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		F1	F2	F3	F4	F5		Треб. техн.х-						
2	N1	4	4	2	4	8		3		3		Кол-во. Вирт. Процессоров		
3	N2	13	13	6,5	14	26		8		10,25		Произв. Процессора		
4	N3	30,5	15	17,1	7,5	15		4,096		12,3		Объем ОЗУ		
5	N4	80	80	420	80	60		100		250		Объем НЖМД		
6	N5	3	4	3	3	4		3		3		Произв. Сети		
7														
8	Ст-ть	0,209	0,19	0,111	0,146	0,767								
9														
10	X	0	0	0,5	0,5	0		ЦФ=	0,1285					
11														

Рисунок 16. Значение целевой функции после поиска решения задачи симплекс-методом

Наряду с полученным результатом известно, что основные существующие средства виртуализации (например, Windows Azure) используют принцип предоставления каждому экземпляру приложения отдельной ВМ и только после анализа работы выполняемых экземпляров приложений платформа выделяет дополнительные или сокращает неиспользуемые экземпляры ВМ. Данный подход более дорогостоящий в плане использования облачных сервисов.

Из этого можно сделать вывод, что прикладной эффект полученного решения заключается в экономичности использования облачных сервисов за счет того, что количество используемых виртуальных машин сокращается.

Так, при «классическом» подходе для работы 1000 экземпляров виртуального приложения с заданными характеристиками используется 1000 экземпляров виртуальных машин типа g2.2xlarge стоимостью 0,767 долларов в час (таблица), при этом стоимость услуги составит 767 долларов в час. Так как для работы 1000 экземпляров приложения понадобится 100000 Гб для хранения данных, а один ВМ типа g2.2xlarge может обеспечить лишь 100 Гб. Наряду с этим при использовании предложенного алгоритма, с учетом результата, стоимость услуги составит 129 доллара в час, что на 83% сократит стоимость работы 1000 экземпляров приложения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по организации самостоятельной работы студентов
по дисциплине «Методы моделирования и оптимизации»

Направление подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и си-
стемы связи

Профиль: Технологии построения программно-управляемых систем и ком-
пьютерных сетей

Ставрополь, 2026

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов составлены в соответствии с требованиями программы дисциплины «Методы моделирования и оптимизации» направления подготовки Инфокоммуникационные технологии и системы связи. Профиль: Технологии построения программно-управляемых систем и компьютерных сетей.

Учебно-методическое пособие посвящено планированию учебной работы студентов, выполняемой во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя).

СОДЕРЖАНИЕ

1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса	4
2. Цели и основные задачи СРС.....	5
3. Виды самостоятельной работы	6
4. Организация СРС	6
5. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы	8
6. Самостоятельная работа студента - необходимое звено становления исследователя	11
7. Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы.....	12
8. Самостоятельная работа студентов в условиях балльно-рейтинговой системы обучения.....	19
9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	20

1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования – «подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности».

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

На первом этапе необходимо ознакомиться с обязательным минимумом содержания основной образовательной программы по изучаемой дисциплине. Далее необходимо изучить рабочую программу дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем дисциплины лекционного курса, взаимосвязь тем лекций с лабораторных и практических занятий, темы и виды самостоятельной работы. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации.

2. Цели и основные задачи СРС

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях,

при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

3. Виды самостоятельной работы

В образовательном процессе высшего профессионального образовательного учреждения выделяется два вида самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная. Тесная взаимосвязь этих видов работ предусматривает дифференциацию и эффективность результатов ее выполнения и зависит от организации, содержания, логики учебного процесса (межпредметных связей, перспективных знаний и др.):

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателя по данной дисциплине являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- подготовка к лабораторным работам, их оформление.

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- прием и защита лабораторных работ (во время проведения л/р).

4. Организация СРС

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);

- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя студент должен:

- освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с образовательными стандартами высшего образования;
- планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем;
- самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя;
- выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

студент может:

сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания, определяемого программой по данной дисциплине:

- самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала;
- предлагать темы и вопросы для самостоятельной проработки;
- в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам самостоятельной работы;
- предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы;
- использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня;

–использовать не только контроль, но и самоконтроль результатов самостоятельной работы в соответствии с методами самоконтроля, предложенными преподавателем или выбранными самостоятельно.

Самостоятельная работа студентов должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего бакалавра, она планируется студентом самостоятельно. Каждый студент самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

5. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на лабораторных занятиях. Но для успешной учебной деятельности, ее интенсификации, необходимо учитывать следующие субъективные факторы:

1. Знание школьного программного материала, наличие прочной системы знаний, необходимой для усвоения основных вузовских курсов. Это особенно важно для математических дисциплин. Необходимо отличать пробелы в знаниях, затрудняющие усвоение нового материала, от малых способностей. Затратив силы на преодоление этих пробелов, студент обеспечит себе нормальную успеваемость и поверит в свои способности.

2. Наличие умений, навыков умственного труда:

- а) умение конспектировать на лекции и при работе с книгой;
- б) владение логическими операциями: сравнение, анализ, синтез, обобщение, определение понятий, правила систематизации и классификации.

3. Специфика познавательных психических процессов: внимание, память, речь, наблюдательность, интеллект и мышление. Слабое развитие каждого из них становится серьезным препятствием в учебе.

4. Хорошая работоспособность, которая обеспечивается нормальным физическим состоянием. Ведь серьезное учение - это большой многосторонний и разнообразный труд. Результат обучения оценивается не количеством сообщаемой информации, а качеством ее усвоения, умением ее использовать и развитием у себя способности к дальнейшему самостоятельному образованию.

5. Соответствие избранной деятельности, профессии индивидуальным способностям. Необходимо выработать у себя умение саморегулировать свое

эмоциональное состояние и устранять обстоятельства, нарушающие деловой настрой, мешающие намеченной работе.

6. Овладение оптимальным стилем работы, обеспечивающим успех в деятельности. Чередование труда и пауз в работе, периоды отдыха, индивидуально обоснованная норма продолжительности сна, предпочтение вечерних или утренних занятий, стрессоустойчивость на экзаменах и особенности подготовки к ним,

7. Уровень требований к себе, определяемый сложившейся самооценкой.

Адекватная оценка знаний, достоинств, недостатков - важная составляющая самоорганизации человека, без нее невозможна успешная работа по управлению своим поведением, деятельностью.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько студенту.

Зная основные методы научной организации умственного труда, можно при наименьших затратах времени, средств и трудовых усилий достичь наилучших результатов.

Эффективность усвоения поступающей информации зависит от работоспособности человека в тот или иной момент его деятельности.

Работоспособность - способность человека к труду с высокой степенью напряженности в течение определенного времени. Различают внутренние и внешние факторы работоспособности.

К внутренним факторам работоспособности относятся интеллектуальные особенности, воля, состояние здоровья.

К внешним:

- организация рабочего места, режим труда и отдыха;
- уровень организации труда - умение получить справку и пользоваться информацией;
- величина умственной нагрузки.

Выдающийся русский физиолог Н.Е. Введенский выделил следующие условия продуктивности умственной деятельности:

- во всякий труд нужно входить постепенно;
- мерность и ритм работы. Разным людям присущ более или менее разный темп работы;
- привычная последовательность и систематичность деятельности;
- правильное чередование труда и отдыха.

Отдых не предполагает обязательного полного бездействия со стороны человека, он может быть достигнут простой переменой дела. В течение дня работоспособность изменяется. Наиболее плодотворным является *утреннее время (с 8 до 14 часов)*, причем максимальная работоспособность приходится на период с 10 до 13 часов, затем *послеобеденное* - (с 16 до 19 часов) и *вечернее* (с 20 до 24 часов). Очень трудный для понимания материал лучше изучать в начале каждого отрезка времени (лучше всего утреннего) после хорошего отдыха. Через 1-1,5 часа нужны перерывы по 10 - 15 мин, через 3 - 4 часа работы отдых должен быть продолжительным - около часа.

Составной частью научной организации умственного труда является овладение техникой умственного труда.

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Самостоятельные занятия требуют интенсивного умственного труда, который необходимо не только правильно организовать, но и стимулировать. При этом очень важно уметь поддерживать устойчивое внимание к изучаемому материалу. Выработка внимания требует значительных волевых усилий. Именно поэтому, если студент замечает, что он часто отвлекается во время самостоятельных занятий, ему надо заставить себя сосредоточиться. Подобную процедуру необходимо проделывать постоянно, так как это является тренировкой внимания. Устойчивое внимание появляется тогда, когда человек относится к делу с интересом.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

6. Самостоятельная работа студента - необходимое звено становления исследователя

Прогресс науки и техники, информационных технологий приводит к значительному увеличению научной информации, что предъявляет более высокие требования не только к моральным, нравственным свойствам человека, но и в особенности, постоянно возрастающие требования в области образования – обновление, модернизация общих и профессиональных знаний, умений специалиста.

Всякое образование должно выступать как динамический процесс, присущий человеку и продолжающийся всю его жизнь. Овладение научной мыслью и языком науки является необходимой составляющей в самоорганизации будущего специалиста исследователя. Под этим понимается не столько накопление знаний, сколько овладение научно обоснованными способами их приобретения. В этом, вообще говоря, состоит основная задача вуза.

Специфика вузовского учебного процесса, в организации которого самостоятельной работе студента отводятся все больше места, состоит в том, что он является как будто бы последним и самым адекватным звеном для реализации этой задачи. Ибо во время учебы в вузе происходит выработка стиля, навыков учебной (познавательной) деятельности, рациональный характер которых будет способствовать постоянному обновлению знаний высококвалифицированного выпускника вуза.

Однако до этого пути существуют определенные трудности, в частности, переход студента от синтетического процесса обучения в средней школе, к аналитическому в высшей. Это связано как с новым содержанием обучения (расширение общего образования и углубление профессиональной подготовки), так и с новыми, неизвестными до сих пор формами: обучения (лекции, семинары, лабораторные занятия и т.д.). Студент получает не только знания, предусмотренные программой и учебными пособиями, но он также должен познакомиться со способами приобретения знаний так, чтобы суметь оценить, что мы знаем, откуда мы это знаем и как этого знания мы достигли. Ко всему этому приходят через собственную самостоятельную работу.

Это и потому, что самостоятельно приобретенные знания являются более оперативными, они становятся личной собственностью, а также мотивом поведения, развивают интеллектуальные черты, внимание, наблюдательность, критичность, умение оценивать. Роль преподавателя в основном заключается в руководстве накопления знаний (по отношению к первокурсникам), а в последующие годы учебы, на старших курсах, в совместном установлении проблем и заботе о самостоятельных поисках студента, а также контролирования за их деятельностью. Отметим, что нельзя ограничиваться

только приобретением знаний предусмотренных программой изучаемой дисциплины, надо постоянно углублять полученные знания, сосредотачивая их на какой-нибудь узкой определенной области, соответствующей интересам студента. Углубленное изучение всех предметов, предусмотренных программой, на практике является возможным, и хорошая организация работы позволяет экономить время, что создает условия для глубокого, систематического, заинтересованного изучения самостоятельно выбранной студентом темы.

Конечно, все советы, примеры, рекомендации в этой области, даваемые преподавателем, или определенными публикациями, или другими источниками, не гарантируют никакого успеха без проявления собственной активности в этом деле, т.е. они не дают готовых рецептов, а должны способствовать анализу собственной работы, ее целей, организации в соответствии с индивидуальными особенностями. Учитывая личные возможности, существующие условия жизни и работы, навыки, на основе этих рекомендаций, возможно, выработать индивидуально обоснованную совокупность методов, способов, найти свой стиль или усовершенствовать его, чтобы изучив определенный материал, иметь время оценить его значимость, пригодность и возможности его применения, чтобы, в конечном счете, обеспечить успешность своей учебы с будущей профессиональной деятельности

7. Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы

Система вузовского обучения подразумевает значительно большую самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности. Вчерашнему школьнику сделать это бывает весьма непросто: если в школе ежедневный контроль со стороны учителя заставлял постоянно и систематически готовиться к занятиям, то в вузе вопрос об уровне знаний вплотную встает перед студентом только в период сессии. Такая ситуация оборачивается для некоторых соблазном весь семестр посвятить свободному времяпрепровождению («когда будет нужно – выучу!»), а когда приходит пора экзаменов, материала, подлежащего усвоению, оказывается так много, что никакая память не способна с ним справиться в оставшийся промежуток времени.

Работа с литературой.

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Различают два вида чтения; первичное и вторичное. *Первичное* - это внимательное, неторопливое чтение, при котором можно остановиться на трудных местах. После него не должно остаться ни одного непонятого слова. Содержание не всегда может быть понятно после первичного чтения.

Задача *вторичного* чтения - полное усвоение смысла целого (по счету это чтение может быть и не вторым, а третьим или четвертым).

Правила самостоятельной работы с литературой.

Как уже отмечалось, самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).

- Сам такой перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и дипломных работ, а что Вас интересует за рамками официальной учебной деятельности, то есть что может расширить Вашу общую культуру...).

- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит очень сэкономить время).

- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.

- При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...

- Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

- Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).

- Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая это работа или нет...

• «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фантазирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как вынужденное скорочтение не только не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).

• Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае студент (или молодой ученый) будет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею...

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста**:

1. информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких **видов чтения**:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
2. просмотрное – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со спис-

ками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. По-

этому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.

2. Выделите главное, составьте план.

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора.

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Практические занятия.

Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью выполнения заданий лабораторной работы, поставленных задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном выполнении заданий нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение задач или примеров сле-

дует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что выполнение каждого учебного задания должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Так, например, выполняются задания средствами NetCracker Professional 4.1, затем аналитически и полученные результаты сравниваются для обоснования результата выполнения задания. Лабораторной работы. Выполнение заданий данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Самопроверка.

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих заданий на лабораторных занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных материалов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при выполнении заданий у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Текущая аттестация студентов проводится преподавателями, ведущими лабораторные занятия по дисциплине в следующих формах: собеседование при защите лабораторной работы с предоставлением письменного отчета. Допуск к лабораторным работам происходит при наличии у студентов печатного варианта отчета. Защита отчета проходит в форме собеседования. Максимальное количество баллов студент получает, если оформление отчета соответствует установленным требованиям, а отчет полностью раскрывает суть работы. Основанием для снижения оценки являются:

- не качественно выполненная работа на персональном компьютере,
- письменный отчет выполнен в небрежной форме и с ошибками,
- студент не дает исчерпывающий ответ на вопрос преподавателя,
- путается или затрудняется в демонстрации работы на компьютере.

Отчет может быть отправлен на доработку в следующих случаях:

- небрежное выполнение и с ошибками,
- сокращенное содержание отчета.

Критерии оценивания собеседования приведены в Фонде оценочных средств по дисциплине алгоритмизация и программирование на языке высокого уровня.

8. Самостоятельная работа студентов

При использовании системы оценивания:

- основной акцент делается на организацию активных видов учебной деятельности, активность студентов выходит на творческое осмысление предложенных задач;
- во взаимоотношениях преподавателя со студентами есть сотрудничество и сотворчество, существует психологическая и практическая готовность преподавателя к факту индивидуального своеобразия «Я-концепции» каждого студента;
- предполагается разнообразие стимулирующих, эмоционально-регулирующих, направляющих и организующих приемов вмешательства (при необходимости) преподавателя в самостоятельную работу студентов;
- преподаватель выступает в роли педагога-менеджера и режиссера обучения, готового предложить студентам минимально необходимый комплект средств обучения, а не только передает учебную информацию; обучаемый выступает в качестве субъекта деятельности наряду с преподавателем, а

развитие его индивидуальности выступает как одна из главных образовательных целей;

- учебная информация используется как средство организации учебной деятельности, а не как цель обучения.

Система обучения обеспечивает наибольшую информационную, процессуальную и творческую продуктивность самостоятельной познавательной деятельности студентов при условии ее реализации через технологии личностно-ориентированного обучения (проблемные, диалоговые, дискуссионные, эвристические, игровые и другие образовательные технологии).

Большинство студентов положительно относятся к такой системе отслеживания результатов их подготовки, отмечая, что рейтинговая система обучения способствует равномерному распределению их сил в течение семестра, улучшает усвоение учебной информации, обеспечивает систематическую работу без «авралов» во время сессии. Большое количество разнообразных заданий, предлагаемых для самостоятельной проработки, и разные шкалы их оценивания позволяют студенту следить за своими успехами, и при желании у него всегда имеется возможность улучшить свой рейтинг (за счет выполнения дополнительных видов самостоятельной работы). Организация процесса обучения в рамках рейтинговой системы обучения с использованием разнообразных видов самостоятельной работы позволяет получить более высокие результаты в обучении студентов по сравнению с традиционной вузовской системой обучения.

Использование системы позволяет добиться более ритмичной работы студента в течение семестра, а так же активизирует познавательную деятельность студентов путем стимулирования их творческой активности. Весьма эффективно использование тестов непосредственно в процессе обучения, при самостоятельной работе студентов. В этом случае студент сам проверяет свои знания. Не ответив сразу на тестовое задание, студент получает подсказку, разъясняющую логику задания и выполняет его второй раз.

Следует отметить и все шире проникающие в учебный процесс автоматизированные обучающие и обучающе-контролирующие системы, которые позволяют студенту самостоятельно изучать ту или иную дисциплину и одновременно контролировать уровень усвоения материала.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

По данной дисциплине преподаватель рекомендует следующую литературу:

В качестве основной литературы рассматриваются:

1. Афонин В.В. Моделирование систем : учебное пособие / Афонин В.В. -М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. - 269 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-9963-0352-6.

В качестве дополнительной литературы:

1. Советов Б.Я. Моделирование систем : учебник для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев ; СПбГЭТУ. - 7-е изд. - М. : Юрайт, 2013. - 343 с. : ил., табл., схем. - Гриф: Рек. МО. - Библиогр.: с. 340-341. - ISBN 978-5-9916-2698-9.

В качестве учебно-методического обеспечения самостоятельной работы:

1. Черняева С.Н. Имитационное моделирование систем. Электронный ресурс : учебное пособие / В.В. Денисенко / С.Н. Черняева ; ред. Л.А. Коробова. - Имитационное моделирование систем, 2020-04-27. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. - 96 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-00032-180-5