

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ**

Институт №3
«Системы управления, информатика и электроэнергетика»
Кафедра №304
«Вычислительные машины, системы и сети»

Г.А. ЗВОНАРЕВА, А.В. КОРНЕЕНКОВА

«Моделирование мультикомпьютерной системы»

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Под редакцией проф. Брехова О.М.

МАИ

Оглавление

1. Общее описание системы.....	3
2. Составление имитационной модели мультикомпьютерной ВС.	4
3. Общие сведения о языке моделирования GPSS.	6
3.1 Блоки генерации и удаления заявок.	9
3.2 Блоки, описывающие действие транзакта по отношению к обслуживаемому устройству.....	12
3.3 Логика моделирования интерпретатора GPSS. Цепи текущих и будущих событий. Порядок обработки транзактов.....	15
3.4 Стандартные числовые атрибуты.	17
3.5 Параметры транзактов.	19
3.6 Сохраняемые величины, матрицы.	20
3.7 Блоки, управляющие маршрутизацией транзактов.	24
3.8 Цепи пользователя.....	26
3.9 Вспомогательные блоки.....	28
3.9.1 Функции.....	28
3.9.2 Арифметические переменные.	30
3.10 Блоки для измерения времени движения транзактов.....	31
3.11 Таблицы.....	32
4. Задание.....	34
5. Варианты заданий.	36
I. Задания с одним терминалом на каждом ВМ.	36
II. Задания с одним и более терминалами на каждом ВМ.	65
Список литературы.	79
Приложение А. Список стандартных числовых атрибутов языка GPSS.	80

1. Общее описание системы.

На этапе проектирования любой вычислительной системы (ВС) необходимо исследовать различные аспекты функционирования и оценки характеристик ВС, например различных показателей производительности. Для таких исследований помимо аналитических и экспериментальных методов используется имитационное моделирование.

Имитационная модель представляет собой алгоритм, отображающий функционирование исследуемой системы во времени и позволяющий определять такие параметры сложных систем как производительность на основе как детерминированных, так и статистических сведений в том числе об их рабочей нагрузке [1, 3].

Следует отметить, что при проектировании основным источником неопределенности, как правило, является именно ее рабочая нагрузка, т.е. данные о характере, объеме, последовательности и времени поступления задач на вход, а также объеме требуемых исходной, промежуточной и выходной информации, которые заранее точно определить невозможно. Поэтому взамен детерминированных часто используют статистические сведения о потоке решаемых задач, а сама исследуемая ВС представляется в виде некоторой системы массового обслуживания (СМО) [1].

В рамках данного задания предлагается исследование работы мультимпьютерной системы. Такая система представляет собой распределенную систему, что подразумевает под собой наличие множества узлов, каждый из которых имеет свое личное адресное пространство. Данный аспект приводит к тому, что узлам необходимо передавать друг другу сообщения для взаимного функционирования. При этом следует понимать, что в рассматриваемой задаче каждый узел может и обычно отличается от других по своим параметрам (гетерогенные узлы) [2].

2. Составление имитационной модели мультикомпьютерной ВС.

В рамках выполнения курсового проектирования необходимо разработать имитационную модель мультикомпьютерной ВС, и с ее помощью проанализировать показатели производительности системы. В общем случае система содержит некоторый набор вычислительных модулей (ВМ), терминальных устройств (Т), коммутатор мульти-модулей (КММ) и вычислительный модуль большой производительности (ВМБП) (рис. 1). Задачи поступают на ВМ с терминальных устройств, при этом у каждого ВМ может быть несколько таких устройств. При этом, большинство задач ВМ способен обработать сам, в этом случае он же и возвращает ответ нужному терминальному устройству. В случае, когда ВМ не способен решить задачу, в силу недостатка вычислительных мощностей, такая задача отправляется на ВМБП. Чтобы на него попасть, задача сначала попадает на КММ, который играет роль распределителя приоритетности (выстраивает очередь) поступления на ВМБП и возвращает обработанные задачи на терминалы, инициировавших их. Соответственно ВМБП после обработки отправляет задачу обратно на КММ.

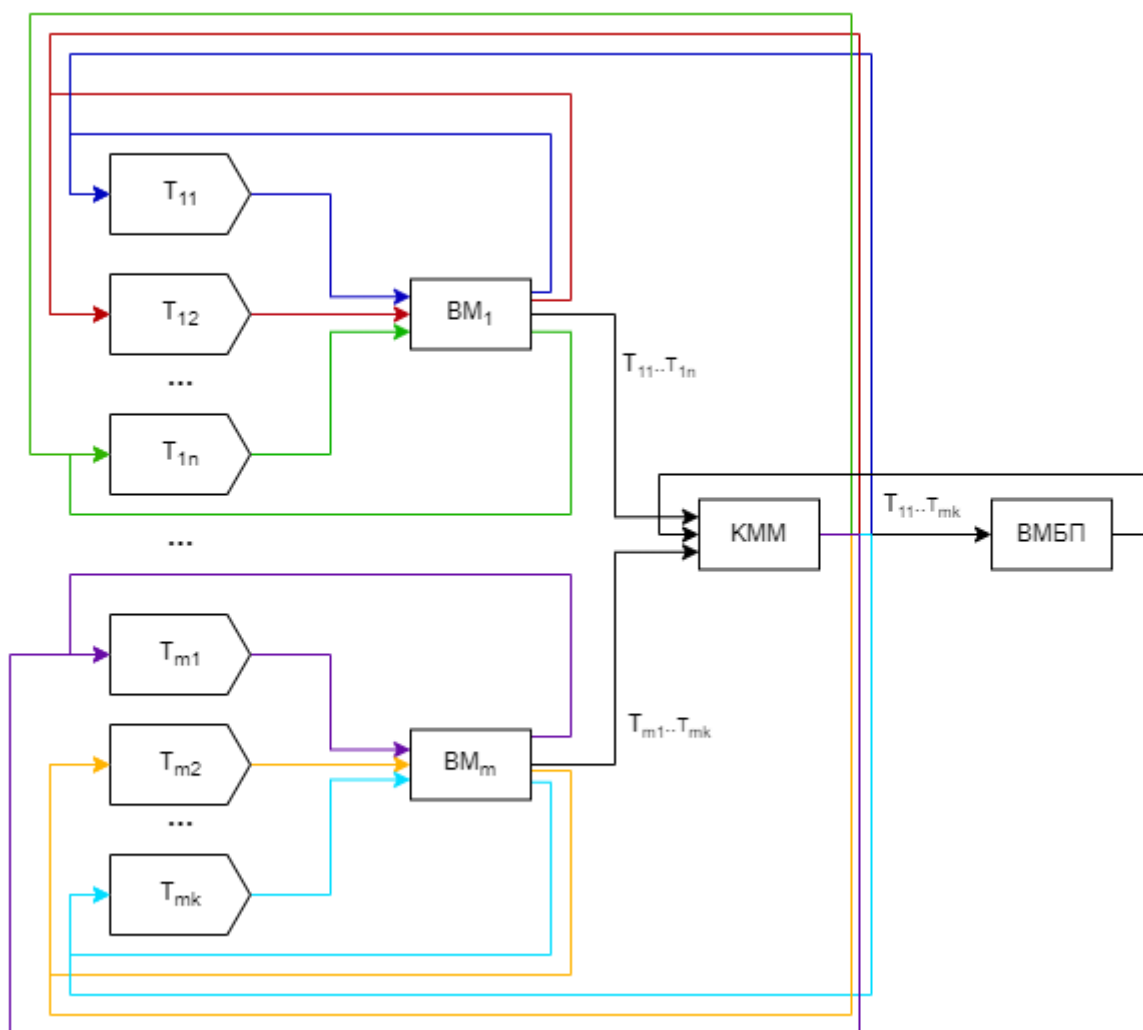


Рис. 1 – Структурная схема моделируемой системы

Для оценки показателей производительности ВС моделирование проводится на системном уровне. Модель имитирует параллельные процессы, протекающие в системе во времени, с учетом причинно-следственных связей.

Для реализации модели используется общецелевая система моделирования GPSS. Набор его операторов-блоков отображает структуру имитационной модели, а их последовательность — маршруты заявок (в GPSS они называются транзактами) в ней.

3. Общие сведения о языке моделирования GPSS.

Для исследования мультикомпьютерной системы с помощью имитационного моделирования ВС представляется как система массового обслуживания (СМО) [1]. Она будет состоять из объектов двух типов – обслуживающих и обслуживаемых. Обслуживающими объектами здесь является узлы мультикомпьютерной системы, а обслуживаемыми – задачи, решаемые на узлах.

Для того чтобы заданную модель представить на языке моделирования GPSS необходимо рассмотреть общие сведения об этом языке.

GPSS является языком дискретного моделирования [3]. Машинная программа, интерпретирующая модель на языке GPSS, называется интерпретатором GPSS. Модель на GPSS представляет собой совокупность блоков. Передача управления от блока к блоку и их выполнение происходит при движении перемещающихся элементов, называемых транзактами. Таким образом, транзакты – это динамические объекты GPSS модели. Транзакты вводятся в модель и выводятся из нее в соответствии с условиями моделирования. В начальный момент моделирования в модели нет ни одного транзакта. В общем случае в модели может существовать большое число транзактов, однако в один и тот же момент времени в модели продвигается только один транзакт. При продвижении транзакта от блока (оператора) к блоку выполняются действия, предписанные данному блоку, т.е. происходит обращение к соответствующей подпрограмме. Движение транзакта происходит до тех пор, пока транзакт не входит в блок, прекращающий движение транзакта. Например, транзакт входит в блок, функцией которого является вывод транзакта из модели либо задержка транзакта на некоторое время, либо отказ транзакту во входе до изменения определенных условий и другие. При прекращении движения одного транзакта в модели начинается продвижение следующего транзакта. Соответствие между транзактами и

элементами моделируемой системы устанавливает разработчик в процессе разработки модели.

При продвижении моделирования в хронологической последовательности совершаются некоторые события. Чтобы отслеживать правильную временную последовательность наступления событий в интерпретатор GPSS, включена специальная переменная, которая называется таймером модельного времени. Таймер регистрирует только целые значения. Соответствие между единицей модельного времени и моделируемым временным интервалом устанавливается разработчиком модели (в зависимости от условий моделируемой задачи это может быть секунда, минута, час, год и т.п.).

При написании программы на GPSS существует два различных варианта требований к структуре программы:

1. Свободный;
2. Фиксированный.

Свободный формат используется в современных версиях GPSS, таких как GPSS/H, а фиксированный в более ранних. Следует понимать, что фиксированный формат, как более строгий можно применять и в современных версиях.

Рассмотрим структуру программы при свободном формате:

- Поле операции в случае отсутствия метки должно начинаться с 3 позиции. При наличии, метка может записываться с 1 или со 2 позиции;
- Между полем метки и операцией, а также между операцией и операндами ставится пробел;
- При написании программы следует использовать латиницу, кириллица допускается только в комментариях;

- Каждый блок следует начинать с новой строки;

Фиксированная структура является более строгим вариантом структуры: при написании программы на GPSS необходимо учитывать, что каждый блок записывается в отдельной записи, которая разбивается на ряд полей. Позиции $\overline{2,6}$ – поле метки, в нем может быть записано символьное имя блока (метка); позиции $\overline{8,18}$ – поле операции, которое должно содержать служебное слово языка GPSS, предназначенное для задания операции; начиная с 19 позиции идут поля операндов.

Последние версии языка GPSS предоставляют больше свободы в именовании объектов GPSS, однако рекомендуется создавать имена из 3-х и более символов, где три первых символа буквы латинского алфавита в силу того, что в GPSS существуют зарезервированные имена, состоящие из 2-х символов. Если не следовать этой рекомендации, то это может привести к тому, что не будет однозначного соответствия между именем и объектом, что в свою очередь отразится на итоговом результате.

Выше описана лишь часть возможностей, предоставляемых свободным форматом, более детально он описан в документации к GPSS/H.

Операция определяет основное функциональное назначение блока (например, GENERATE, TERMINATE, ASSIGN и т.п.). Некоторые из блоков в поле операции могут содержать указания о дополнительных операциях (например, TEST E).

Операнды задают информацию, специфичную для данного блока. Наибольшее количество операндов равно семи. В общем случае операнды обозначаются буквами A, B, C, D, E, F, G. В зависимости от типа блока некоторые операнды могут не указываться. Друг от друга операнды отделяются запятыми. Если какой-либо из операндов опускается, то соответствующая ему запятая сохраняется при условии, что правее него имеется, хотя бы один присутствующий операнд. Пробелы между операндами

не допускаются. Пробел в поле операндов указывает на то, что операнды закончены, и далее следует комментарий. Комментарий также можно задавать отдельной записью, если в первой позиции указать символ *.

3.1 Блоки генерации и удаления заявок.

1) GENERATE A,B,C,D,E,F,G — предназначен для ввода транзактов в модель.

Операнды A и B — задают интервалы времени, через которые транзакты поступают в модель. При равномерном распределении интервалов времени поступления транзактов в модель операнд A определяет среднее время между приходами транзактов, а операнд B задает половину поля допуска интервалов времени поступления.

Операнд C — задает смещение интервалов времени, т.е. момент времени, когда в модель должен поступить первый транзакт. Когда операнд C не используется, первый приход транзакта в модель определяется операндами A и B.

Операнд D — задает максимальное число транзактов, которые могут войти в модель через блок GENERATE. Если операнд D не задан, то блок GENERATE генерирует транзакты в соответствии с операндами A и B в течение всего времени моделирования.

Операнд E — определяет уровень приоритета транзактов, входящих через данный блок GENERATE.

Операнд F — определяет количество параметров (по умолчанию 12).

Операнд G — определяет тип параметров: F (полнословная величина) и H (полусловная величина). Здесь следует отметить, что на полнословную величину выделяется 4 байта (диапазон значений: от -2147483648 до +2147483647), а на полусловную — 2 байта (диапазон значений: от -32768 до +32767).

Пример 1.

```
GENERATE 6, 2
```

Среднее время между поступлениями транзактов в модель равно 6 тактов модельного времени, поле допуска равно 4 тактам.

Если операнды А или (и) В не заданы, то по умолчанию принимаются нулевые значения.

Для задания детерминированных интервалов времени достаточно задать только операнд А.

Пример 2.

```
GENERATE 5
```

Транзакты в модель поступают через 5 единиц времени.

Пример 3.

```
GENERATE 4, 2, 16
```

Первый транзакт поступает в модель в момент времени, равный 16, далее интервалы времени прихода транзактов в модель распределены равномерно с параметрами 4 ± 2 .

Пример 4.

```
GENERATE 7, , , 5, 15
```

Операнды В и С равны 0 по умолчанию. Первый транзакт поступит в модель в момент времени, равный 7, далее через 7 единиц времени в модель будет поступать по одному транзакту. Всего в модель поступит 5 транзактов с уровнем приоритета, равным 15.

Пример 5.

```
GENERATE , , , 1
```

В начальный момент времени в модель поступит один транзакт. На этом генерация транзактов завершится.

2) **TERMINATE A** — предназначен для удаления транзактов из модели. Разрешается использовать блок **TERMINATE** без операндов. В этом случае транзакт, поступающий в блок **TERMINATE**, выводится из модели. Блок **TERMINATE** может использоваться с операндом **A**. Операнд **A** задает число, которое вычитается из специального счетчика завершений всякий раз, когда транзакт входит в блок **TERMINATE**.

3) **START A** – Начальное значение счетчика завершений задается с помощью оператора **START**. Операнд **A** оператора **START** определяет начальное значение счетчика завершений. Когда интерпретатор обнаруживает в программе оператор **START**, начинается моделирование. В модели существует только один счетчик завершений, хотя блоков **TERMINATE** с операндом **A** или без него может быть несколько. Когда содержимое счетчика завершений станет равным нулю, моделирование заканчивается.

Пример 6.

Провести моделирование системы в течение 100 единиц времени

```
GENERATE „100,1  
TERMINATE 1  
START 1
```

Блоки **GENERATE** и **TERMINATE** в примере используются для управления процессом моделирования. В момент времени, равный 100, в модель будет введен один транзакт, который сразу после этого поступает на блок **TERMINATE**. При этом транзакт из модели выводится, а из счетчика завершений (начальное значение счетчика завершений определяется операндом **A** оператора **START** и равно 1) вычитается 1. Обнуление счетчика завершений приводит к прекращению моделирования. В этом случае другие блоки **TERMINATE** в модели должны использоваться без операнда **A**.

3.2 Блоки, описывающие действие транзакта по отношению к обслуживаемому устройству.

1) SEIZE A и RELEASE A – предназначены соответственно для моделирования занятия свободных устройств и освобождения уже занятых. Одновременно одно устройство может обслуживать только одну заявку. Если устройство обслуживает заявку и в это время поступает еще одна заявка, то она может быть поставлена в очередь на обслуживание, либо направлена куда-нибудь в другое место, либо прервать обслуживание предшествующей заявки и занять обслуживаемое устройство. После занятия устройства надо пропустить некоторое время, необходимое для обслуживания заявки. По истечении времени обслуживания устройство необходимо освободить.

Вход транзакта в блок SEIZE моделирует занятие устройства, вход транзакта в блок RELEASE моделирует освобождение устройства. Блоки SEIZE и RELEASE используют операнд A, который обозначает имя устройства. Кроме символьных имен для устройств разрешается задавать числовые имена, при этом числа должны быть положительными, целыми.

Наличие устройств в модели не требует дополнительного описания, помимо его указания в качестве операнда A в блоке SEIZE. Использование блока SEIZE ARM устанавливает наличие устройства ARM в модели.

По окончании моделирования об использованных устройствах собирается следующая статистика: доля времени, в течение которого соответствующие устройства обрабатывали заявки (TOTAL TIME), количество обслуженных заявок (ENTRIES), средняя продолжительность обслуживания одной заявки (AVERAGE TIME/XACT) и др.

Отметим также, что если устройство занято, и одновременно в блок SEIZE, моделирующий момент занятия этого устройства, пытается войти другой транзакт, то блок SEIZE отказывает транзакту во входе. Транзакт ожидает разрешения войти в блок SEIZE в предшествующем блоке.

Ожидающий транзакт сможет войти в блок SEIZE, т.е. имитировать занятие устройства только после того, как транзакт, моделирующий обслуживаемую в устройстве заявку, пройдет через соответствующий блок RELEASE. Если в процессе моделирования в блок SEIZE пытаются одновременно войти несколько транзактов, то в случае одинаковых приоритетов, первым блок SEIZE займет транзакт, который первым пришел на обслуживание (дисциплина FIFO). В случае разных приоритетов блок SEIZE первым займет транзакт с наибольшим приоритетом [1].

2) ADVANCE A,B – При рассмотрении блоков SEIZE, RELEASE отмечалось, что после занятия прибора необходимо пропустить некоторое время, требуемое для обслуживания заявки. В течение этого времени движение транзакта должно быть приостановлено. Для реализации задержки в GPSS используется блок ADVANCE.

Операнд А – определяет среднюю величину задержки;

Операнд В – определяет половину поля допуска; задание распределений в блоке ADVANCE, отличных от равномерного, будет рассмотрено при определении дискретных функций языка GPSS.

Пример 7.

```
ADVANCE 4
```

Операнд В по умолчанию равен 0. Таким образом, транзакт, попадающий в рассматриваемый блок, задерживается на 4 единицы времени.

В блоке ADVANCE одновременно может находиться произвольное число транзактов. Пребывание различных транзактов в блоке ADVANCE не влияет друг на друга. Блок ADVANCE может использоваться без операндов А и В. В этом случае он используется в качестве фиктивного блока, не вызывая никакой задержки. При моделировании функционирования устройств часто используется связка блоков SEIZE, ADVANCE, RELEASE. Однако

использование блока ADVANCE не обязательно связано с использованием блоков SEIZE и RELEASE.

4) QUEUE A и DEPART A – предназначены для автоматического сбора статистических данных, описывающих ожидание заявок в очереди.

Операнд A блоков QUEUE и DEPART — обозначает имя соответствующей очереди. Имена очередей назначаются в соответствии с теми же правилами, что и для устройств. При входе в блок QUEUE транзакт становится элементом очереди, при входе в блок DEPART транзакт перестает быть элементом очереди. Необходимо помнить о том, что блоки QUEUE и DEPART предназначены только для сбора статистики об очередях, а не для обеспечения возможности ожидания обслуживания в очереди, и в тех случаях, когда такая статистика разработчику модели не нужна, указанные блоки использовать не следует.

По окончании моделирования об очередях распечатывается следующая статистика: максимальное содержимое очереди за время моделирования (MAXIMUM CONTENTS), среднее значение содержимого очереди (AVERAGE CONTENTS), общее число входов в очередь (TOTAL ENTRIES), число входов в очередь без последующего ожидания (нулевые входы) (ZERO ENTRIES), процент нулевых входов от общего числа входов (PERCENT ZEROS), среднее время, проведенное в очереди с учетом нулевых входов (AVERAGE TIME/UNIT), среднее время, проведенное в очереди без учета нулевых входов (\$AVERAGE TIME/UNIT) и т.п.

3.3 Логика моделирования интерпретатора GPSS. Цепи текущих и будущих событий. Порядок обработки транзактов.

Как выше описывалось в общем случае в модели движется некоторое количество транзактов в соответствии с определенным заранее алгоритмом, соответственно интерпретатору необходимо как-то понимать какой транзакт куда в данный момент должен продвигаться. Для реализации этого механизма в среде GPSS существуют цепи текущих и будущих событий. Обе цепи существуют в единственном экземпляре. В целом в среде существует большее количество цепей, но в данном разделе будут рассмотрены только две из них.

Цепь текущих событий – цепь транзактов, продвижение которых планируется в одном или нескольких блоках в течение текущего значения модельного времени или в течение ближайшего времени.

Цепь будущих событий – цепь транзактов, продвижение которых не планируется до определенного времени в будущем. В общем случае существует два варианта, когда транзакт попадает в цепь будущих событий:

1. Транзакт попал в блок ADVANCE, и до некоторого момента времени нет попытки продвинуть его в следующий блок модели.
2. Транзакт должен войти в модель в некоторый более поздний момент времени через блок GENERATE.

Транзакты в цепи будущих событий отсортированы в порядке запланированных будущих моментов времени в соответствии с приоритетом [3].

GPSS изменяет состояние модели при просмотре цепи текущих событий от начала к концу. При анализе каждого транзакта интерпретатор выбирает его и двигает в модели по некоторой траектории до тех пор, пока не встретится ситуация, при которой транзакт прекращает свое движение. В частности, транзакт может войти в блок ADVANCE, где он должен пробыть некоторое

время. В этом случае, интерпретатор отправляет транзакт в цепь будущих событий, помещая его в ту позицию, которая соответствует времени выхода транзакта из цепи в следующий блок. Может возникнуть условие блокировки, означающее, что транзакт не может войти в следующий блок. Если это происходит, транзакт остается в цепи текущих событий (и в блоке, в котором он находится). Транзакт может войти в блок `TERMINATE`. При этом интерпретатор выводит транзакт из модели и др.

Когда транзакт прекращает движение, интерпретатор выполняет одно из двух действий:

1. Продолжает просмотр цепи текущих событий и выбирает следующий транзакт, чтобы продвинуть его в модели.
2. Без продвижения таймера интерпретатор начинает просмотр цепи текущих событий от начала.

Просмотр начинается от начала цепи текущих событий только при выполнении определенных условий. Эти условия зависят от того, что происходило с только что остановленным транзактом. Например, если транзакт прошел блок `SEIZE` или `RELEASE`, то цепь текущих событий будет просмотрена от начала.

Итак, интерпретатор просматривает цепь текущих событий, и наступает такой момент, когда в этой цепи не остается больше транзактов. В этом случае интерпретатор начинает проверять транзакты от начала цепи будущих событий. Он изменяет таймер модельного времени, присваивая ему значение времени выхода следующего транзакта из цепи будущих событий. Этот транзакт переносится из цепи будущих событий в цепь текущих событий. Любые другие транзакты, движение которых тоже можно возобновить в это новое значение времени, также переносятся в цепь текущих событий из цепи будущих событий. Перенесенные транзакты в цепи текущих событий располагаются по убыванию значений их приоритетов. Это значит, что в

начале цепи окажутся те транзакты, чей приоритет больше остальных. После того как перенос транзактов из одной цепи в другую закончен, интерпретатор начинает новый просмотр цепи текущих событий [3].

Выше отмечалось, что приоритет транзакта задается в блоке GENERATE при входе транзакта в модель, однако приоритет транзакта в процессе моделирования может меняться в соответствии с логикой этой модели. Для этого в GPSS существует блок PRIORITY.

PRIORITY A – позволяет изменять уровень приоритета транзактов в процессе моделирования.

Операнд A – определяет новый уровень приоритета, попавшего в него транзакта.

Пример 8.

```
PRIORITY 20
```

После прохождения транзактом этого блока его уровень приоритета будет равен 20.

Следует отметить, что приоритет транзакта целесообразно менять до попадания этого транзакта в цепь будущих событий (например, перед блоком ADVANCE).

3.4 Стандартные числовые атрибуты.

Стандартные числовые атрибуты – это информация, собираемая автоматически средой GPSS, которая доступна в процессе моделирования.

Имя стандартного числового атрибута состоит из двух частей. Первая часть указывает групповое имя и одновременно определяет тип элемента (т.е. характеристику устройства, очереди и т.п.). Вторая часть определяет конкретный элемент группы (т.е. конкретное устройство или конкретную очередь и т.п.) и записывается числовым или символьным именем. Если используется символьное имя, то между групповым именем и символьным

записывается знак \$, в противном случае групповое имя и числовое записываются подряд. (В приложении А приведены стандартные числовые атрибуты языка GPSS)

Пример 9.

```
Q$NAME
```

Данный числовой атрибут равен текущей длине очереди с именем NAME. Соответственно групповое имя Q относится к очередям.

Среда GPSS предоставляет функционал, чтобы заданные числовое и символьное имена соответствовали одному объекту. Реализуется этот функционал с помощью блока EQU.

«имя элемента» EQU A,B – ставит в соответствие заданному символьному имени числовое имя.

Операнд A – Числовое имя, которому будет соответствовать символьное.

Операнд B – Тип объекта, с именами которого производится манипуляция (Q – очередь, F – устройство и др.).

Пример 10.

```
NAME EQU 4,Q
```

Здесь символьному имени очереди NAME ставится в соответствие числовое имя 4.

3.5 Параметры транзактов.

Параметры транзакта – это стандартные числовые атрибуты, принадлежащие транзакту. Каждый транзакт может иметь до 255 параметров (в предыдущих версиях до 127). Групповое имя параметров транзакта как стандартного числового атрибута обозначается символом Р. Числовое имя (вторая часть стандартного числового атрибута) может принимать значения от 1 до 255.

Пример 11.

`P22`

Ссылка производится на 22-й параметр транзакта.

Значениями параметров транзакта могут быть целые числа со знаками плюс или минус. Максимальное значение определяется типом параметров, который указывается при генерации транзакта. По умолчанию тип параметров – полусловный. Первоначальное значение всех параметров равно 0. Параметры транзакта можно использовать в качестве операндов блоков модели (см. пример № 11).

При моделировании транзакты проходят через блоки модели. Если в качестве операндов блока используются параметры транзакта, то выбираются значения параметров того транзакта, который проходит через данный блок модели. В процессе моделирования параметрам транзакта можно присваивать различные значения с помощью блока ASSIGN. Параметр А блока ASSIGN определяет номер параметра транзакта, которому присваивается значение, соответствующее операнду.

Пример 12.

`ASSIGN 6, 8`

6-му параметру присваивается значение, равное 8.

Блок ASSIGN может работать в режиме приращения и уменьшения. В режиме приращения значение параметра, номер которого задан в операнде А,

увеличивается на величину, заданную операндом В. В режиме уменьшения значение параметра, номер которого задан в операнде А, уменьшается на величину, заданную операндом В. Для обозначения режимов приращения и уменьшения используются соответственно знаки + и –, стоящие между операндом А и операндом В до запятой, разделяющей эти операнды.

Пример 13.

```
ASSIGN 8+, 5
```

Содержимое 8 параметра увеличится на значение, равное 5.

3.6 Сохраняемые величины, матрицы.

Сохраняемые величины существуют на протяжении всего времени моделирования. Они позволяют транзактам обмениваться данными. Начальные значения сохраняемых величин могут быть назначены до начала моделирования, а в процессе моделирования их можно изменять. К сохраняемым величинам можно обращаться из любой точки модели в процессе моделирования. В GPSS они являются стандартными числовыми атрибутами.

Каждой сохраняемой величине необходимо дать символьное или числовое имя. Различают полусловные и полнословные сохраняемые величины. Сохраняемые величины являются целыми числами. В GPSS принято, что групповое имя полусловных сохраняемых величин обозначается ХН, а полнословных – обозначается Х.

Пример 14.

```
X$DATA
```

Полнословная сохраняемая величина имеет символьное имя DATA.

```
ХН3
```

Полусловная сохраняемая величина имеет числовое имя, равное 3.

В конце моделирования автоматически распечатываются ненулевые значения сохраняемых величин.

Существуют также матричные сохраняемые величины – матрица сохраняемых значений. Эти величины необходимо объявить в начале моделирования. Осуществить это можно с помощью блока MATRIX.

«имя матрицы» MATRIX A,B,C – объявляет матрицу с заданным именем.

Операнд A – символ Н или Х в зависимости от того, из полусловных или из полнословных величин состоит матрица.

Операнд В – число строк в матрице.

Операнд С – число столбцов в матрице.

Пример 15.

```
MATR MATRIX X, 5, 5
```

Создание матрицы с именем MATR, размером 5 на 5, состоящую из элементов полнословного типа.

Чтобы обратиться в процессе моделирования к определенному элементу матрицы необходимо использовать соответствующий числовой атрибут в формате «М«тип элементов матрицы»«имя матрицы»(«номер строки», «номер столбца»)). Следует отметить что в случае, когда матрица имеет символьное имя, перед ним необходимо поставить \$.

Пример 16.

```
MX$MATR (2, 3)
```

Происходит обращение к элементу матрицы MATR, состоящей из полнословных величин, который расположен на 2 строке в 3 столбце.

Пример 17.

```
МНЗ (1, 1)
```

Происходит обращение к элементу матрицы 3, состоящей из полусловных величин, который расположен на 1 строке в 1 столбце.

При обращении к элементу матрицы можно задать номера столбца и строки не только явно, но и, например, с помощью сохраняемых величин или параметров транзакта.

Задание начальных значений сохраняемым величинам. Карта INITIAL.

Для присвоения сохраняемым величинам начальных значений используется карта INITIAL. Формат задания значения выглядит следующим образом: INITIAL «групповое имя сохраняемой величины»«имя сохраняемой величины»,«значение», в случае если имя символьное то необходимо добавить в качестве разделителя между групповым именем и именем внутри группы знак \$.

Пример 18.

```
INITIAL X$REM, 25
```

Полнословной величине с символьным именем REM присваивается начальное значение, равное 25.

Пример 19.

```
INITIAL МНЗ (2, 1) , 12
```

Значению матрицы, содержащей полусловные величины, с числовым именем 3, расположенном на 2 строке в 1 столбце, присваивается значение 12.

С помощью одной карты INITIAL можно определить начальные значения для нескольких сохраняемых величин. В этом случае для разделения пар – имя сохраняемой величины и значение – используется знак / (косая черта).

Пример 20.

```
INITIAL XH$PAR1, 35/X7, 83
```

Полусловной сохраняемой величине с символьным именем PAR1 присваивается начальное значение 35, а полнословной сохраняемой величине с числовым именем 7 присваивается начальное значение, равное 83.

В модели разрешается использовать несколько записей INITIAL, которые рекомендуется располагать до блока GENERATE. Если оператор INITIAL не задан, то перед началом моделирования интерпретатор GPSS обнуляет значения сохраняемых величин.

Значение сохраняемой величины в процессе моделирования можно изменить с помощью блока SAVEVALUE. Операнд А определяет символьное или числовое имя изменяемой сохраняемой величины; операнд В определяет новое значение сохраняемой величины. Операнд С предназначен для указания типа сохраняемой величины. Буква Н используется для определения полусловных сохраняемых величин. По умолчанию тип сохраняемой величины – полнословный.

Пример 21.

```
SAVEVALUE DATA, 20
```

Полнословной сохраняемой величине с символьным именем DATA присваивается значение, равное 20.

Блок SAVEVALUE может работать в режиме приращения и уменьшения. В режиме приращения значение операнда В прибавляется к значению сохраняемой величины, определенной операндом А. В режиме вычитания значение операнда В вычитается из значения сохраняемой величины, определенной операндом А. Режимы приращения и вычитания задаются с помощью знаков соответственно + или – между операндом А и операндом В до запятой, разделяющей эти операнды.

Пример 22.

```
SAVEVALUE DATA+, 1
```

К значению полнословной сохраняемой величины с символьным именем DATA прибавится 1.

Аналогичным образом с помощью блока MSAVEVALUE можно менять значение элементов матрицы.

MSAVEVALUE A,B,C,D,E – Задаёт новое значение для заданного элемента заданной матрицы.

Операнд А – имя изменяемой матрицы.

Операнд В – Номер строки в матрице.

Операнд С – Номер столбца в матрице.

Операнд D – Новое значение элемента.

Операнд E – Тип элементов матрицы (Н – полусловные, если матрица состоит из полнословных элементов, то значение не ставится).

Пример 23.

```
MSAVEVALUE MATR, 2, 3, 12
```

Элементу полнословной матрицы MATR, расположенному на строке 2 в столбце 3, присваивается новое значение 12.

Блок MSAVEVALUE может работать в режиме приращения и уменьшения. Для этого после операнда А ставится соответственно знак «+» или «-»

Пример 24.

```
MSAVEVALUE 5+, 2, 3, 12, Н
```

Элемент полусловной матрицы с номером 5, расположенный на строке 2 в столбце 3, увеличивается на 12.

3.7 Блоки, управляющие маршрутизацией транзактов.

1) TRANSFER A,B,C – используется для перехода транзактов в блок, отличный от последующего. Рассмотрим работу блока TRANSFER в режиме безусловной передачи и в режиме статистической передачи. В режиме безусловной передачи операнды A и C не используются, вместо него ставится "," (запятая). Операнд B определяет имя блока, которому передается управление.

Пример 25.

```
TRANSFER , COM
```

Управление будет передано блоку с именем (меткой) COM.

В режиме статистической передачи в качестве операнда A задается вероятность, в соответствии с которой транзакт переходит к блоку, имя которого определено операндом C. В остальных случаях транзакт переходит к блоку, имя которого указано в операнде B. Перед операндом A в режиме статистической передачи всегда должна стоять "." (точка).

Пример 26.

```
TRANSFER .6, COM1, COM2
```

С вероятностью 0,6 транзакт переходит к блоку (пытается войти в блок) с именем COM2, и с вероятностью $1 - 0,6 = 0,4$ транзакт переходит к блоку (пытается войти в блок) с именем COM1.

Пример 27.

```
TRANSFER .3, , COM
```

```
SEIZE AAA
```

С вероятностью 0.3 транзакт переходит к блоку (пытается войти в блок) с именем COM, и с вероятностью $1 - 0,3 = 0,7$ продолжает движение дальше, в блок SEIZE.

2) Блок TEST может использоваться либо в режиме отказа, либо в режиме условного перехода. Ниже рассматривается работа блока TEST в режиме условного перехода. В поле операции записывается служебное слово

GPSS TEST и через пробел вспомогательная операция. В качестве вспомогательной операции могут использоваться символы G, GE, E, NE, L, LE, означающие соответственно $>$, \geq , $=$, \neq , $<$, \leq . В качестве операндов А и В используются сравниваемые величины. Операнд С определяет имя блока (метку), к которому должен перейти транзакт в случае невыполнения условия. При выполнении условия транзакт переходит к следующему блоку.

Пример 28.

```
TEST GE P2, X3, MET
```

Если значение 2-го параметра больше или равно 3-й сохраняемой величине, то транзакт переходит к следующему блоку. В противном случае, транзакт перейдет к блоку с именем MET.

Если операнд С не задан, то блок TEST работает в режиме отказа. Суть этого режима заключается в том, что если условие не выполняется, то транзакт блокируется (и остается в том блоке, из которого он пытался пройти блок TEST), до тех пор, пока заданное условие не выполнится.

3.8 Цепи пользователя.

Как было рассмотрено выше, интерпертатор самостоятельно, используя цепи будущих и текущих событий, продвигает транзакты по модели. Кроме цепей текущих и будущих событий в GPSS также есть ряд других цепей, которые позволяют имитировать различные дисциплины работы моделируемой системы. Ниже рассматривается использование цепей пользователя при моделировании.

С помощью цепей пользователя программист может сам определить логику продвижения транзактов по модели. В этом случае производится взаимодействие с цепью пользователя и цепью текущих событий, в процессе которого транзакты переносятся между ними. Тем самым программист сможет реализовать необходимую логику моделирования.

Сам механизм построен на использовании блоков LINK и UNLINK.

Блок LINK позволяет поместить транзакт в заданную цепь пользователя.

LINK A,B – извлечь транзакт из цепи текущих событий и поместить транзакт в цепь с именем, указанным в операнде A, в соответствии с логикой описанной в операнде B. Существует три варианта упомянутой логики: FIFO – поставить в конец цепи; LIFO – поставить в начало цепи; P_j – поставить в цепь перед транзактом, имеющим большее значение параметра P_j .

Пример 29.

```
LINK MINE, FIFO
```

Транзакт помещается в цепь пользователя с именем MINE в ее конец.

Блок UNLINK нужен для того, чтобы вывести транзакт из цепи пользователя и поместить в цепь текущих событий. Описанный процесс запускается когда в блок UNLINK входит другой транзакт.

UNLINK A,B,C,D,E,F – вывести транзакт из заданной цепи пользователя.

Операнд A – Имя цепи пользователя.

Операнд B – Имя блока, в который переходят выведенные из цепи транзакты.

Операнд C – Число выводимых транзактов.

Операнды D и E – определяют с какого края выводятся транзакты по следующей логике: если оба операнда не заданы, то с начала цепи, если D задан как BACK, а E не задан, то с конца цепи.

Операнд F – Имя блока, куда переходит транзакт, если из цепи не будет выведено ни одного транзакта. Если значение этого операнда не задано, то переходить будет в следующий блок.

Пример 30.

```
UNLINK MINE, MET, 3
```

Из цепи пользователя с именем MINE будет выведено 3 транзакта с начала цепи, после чего они будут помещены в цепь текущих событий, а в модели будут направлены на метку MET.

3.9 Вспомогательные блоки.

3.9.1 Функции.

Для реализации различных функциональных зависимостей наряду с формулами, которые записываются в выражении для переменных, используются функции. Функции часто используются для генерации случайных величин со сложным законом распределения. В GPSS бывают непрерывные, дискретные и атрибутивно-значимые функции. Задаются они с помощью блока следующего формата:

```
«имя функции» FUNCTION A, B
```

```
«значения аргумента и значения функции»
```

В поле A записывается аргумент функции или правило для образования его значения. Аргументом функции могут быть любые стандартные числовые атрибуты, в том числе и другие функции, а также генераторы случайных чисел RN_j , где $j = \overline{1, 8}$ (в GPSS/H данное ограничение снято). В поле B - тип функции и количество пар координат: "аргумент – значение функции" - в GPSS используют табулярный (табличный) метод задания функций: при помощи пар, состоящих из аргумента и значения функции. Непрерывная функция кодируется буквой C, дискретная - буквой D.

На следующей строке после задания функции записываются пары значение аргумента – значение функции. В каждой паре аргумент отделяется запятой от значения функции. Каждая пара отделяется друг от друга косой чертой (/).

При задании атрибутивно-значимой функции в качестве первого операнда может использоваться любой стандартный числовой атрибут, операнд В определяется символом Е. Как и в случае дискретных и непрерывных функций, первым элементом каждой упорядоченной пары точек, задающих функцию, является константа. В отличие от непрерывных и дискретных функций, вторым элементом пары является стандартный числовой атрибут. Это означает, что каждое значение функции задается косвенно.

Пример 31.

Случайная величина принимает значение 4 с вероятностью $P1 = 0,2$, значение 8 с вероятностью $P2 = 0,5$ и значение 5 с вероятностью $P3 = 0,3$. Определить соответствующую функцию на языке GPSS:

```
VER FUNCTION RN4,D3  
.2,4/.7,8/1,5
```

Здесь .2 – правая граница интервала аппроксимации дискретной функции VER на котором она принимает значение 4; .7 – правая граница интервала ($.7 = .2 + .5$), на котором функция VER равна 8 и, наконец, 1 – правая граница последнего интервала ($1 = .2 + .5 + .3$), на котором функция VER равна 5. На месте операнда А указан используемый здесь 4-й генератор случайных равномерно распределенных чисел (RN4), а на месте операнда В – D3 – размерность (число пар значений) массива задания функции VER.

Пример 32.

```
FUNC FUNCTION P5,E3  
9,X1/11,X2/12,X3
```

Здесь задана атрибутивно-значимая функция FUNC, в качестве аргумента которой используется 5-ый параметр транзакта. Набор значений функции состоит из трех пар аргумент/значение функции, где в качестве значений функции представлены сохраняемые величины X1, X2 и X3.

Пример 33.

```
FUNC FUNCTION RN7,C4  
.3,2/.6,4/.9,6/1,8
```

Данный пример иллюстрирует создание непрерывной функции с именем FUNC использующей в качестве аргумента 7-ый генератор случайных чисел и имеющей 4 пары аргумент/значение функции.

Распределение, отличное от равномерного, в блоке ADVANCE указывается следующим образом: в качестве операнда A задается соответствующая функция распределения. Операнд B задается равным 0 или не указывается.

Пример 34.

Время задержки определяется в соответствии с функцией распределения, заданной в предыдущем примере. Определить блок ADVANCE:

```
ADVANCE FN$FUNC
```

Знак \$ используется для разделения группового имени FN и символьного имени FUNC.

3.9.2 Арифметические переменные.

Арифметические переменные являются стандартными числовыми атрибутами. Групповое имя для арифметических переменных – V. Арифметические переменные в GPSS бывают целыми и действительными. Ниже будут рассматриваться целые арифметические переменные. Целые арифметические переменные задаются с помощью блока VARIABLE. В поле имени задается имя переменной. В поле операции записывается служебное слово GPSS VARIABLE. В поле операндов определяется арифметическое выражение. Арифметическое выражение представляет собой стандартные числовые атрибуты, константы, соединенные знаками арифметических операций: +, –, *, /, @, означающие соответственно сложение, вычитание,

умножение, деление, деление по модулю. При делении результатом операции является целая часть частного. При делении по модулю результатом операции является остаток. Отметим, что все данные, участвующие в арифметическом выражении, должны быть целыми. Результатом выполнения арифметического выражения также являются целые числа. Знак "-" в арифметическом выражении используется только в качестве бинарного. Арифметические выражения вычисляются в той точке модели, где происходит обращение к соответствующему стандартному числовому атрибуту.

Пример 35.

```
PARM VARIABLE X$DATA+5  
ADVANCE V$PARM
```

При входе транзакта в блок ADVANCE он задерживается на количество единиц времени, определенное с помощью блока VARIABLE. Сначала определяется значение арифметической переменной PARM как суммы сохраняемой величины с символьным именем DATA и константы, равной 5, а затем определенное значение подставляется в качестве операнда A в блок ADVANCE.

3.10 Блоки для измерения времени движения транзактов.

Общее время нахождения транзакта в модели называется резидентным, а время нахождения транзакта между двумя произвольными точками – транзитным. Оба таких случая можно измерить средствами GPSS.

Резидентное время. Числовой атрибут M1.

Стандартный числовой атрибут M1 – данный атрибут позволяет узнать резидентное время каждого транзакта.

Его значением является разница между входом транзакта в модель (успешным выходом его из блока (GENERATE) и текущим значением абсолютного таймера.

M1 относится к тому транзакту, который рассматривается в настоящее время.

Транзитное время. Блок MARK.

MARK A - при входе транзакта в блок MARK значение таймера абсолютного времени записывается в параметр транзакта, заданный в операнде A.

Пример 36.

MARK 1

В данном случае при входе в блок MARK значение таймера абсолютного времени будет записано в первый параметр транзакта.

Для измерения транзитного времени в связке с блоком MARK можно использовать числовой атрибут MPj, где j – номер параметра транзакта, в котором с помощью MARK было отмечено значение таймера абсолютного времени. Значение этого числового атрибута представляет собой разность текущего значения таймера абсолютного времени и значения соответствующего параметра транзакта. Таким образом, для примера №36 транзитное время будет находиться в числовом атрибуте MP1.

3.11 Таблицы.

Блок TABLE предназначен для сбора совокупности значений. Для определения таблицы необходимо задать ее следующие параметры:

- 1) Имя таблицы (задается по тем же правилам, что и остальные имена в GPSS).
- 2) Имя переменной, значение которой должно учитываться в таблице. Должна быть представлена стандартным числовым атрибутом.
- 3) Правая граница начального интервала, в которую будут попадать значения от минимального возможного значения в среде GPSS до заданной границы включительно.

4) Ширина всех промежуточных интервалов.

5) Количество промежуточных интервалов

Пример 37.

```
TAB1 TABLE MP3, 5, 6, 4
```

Здесь задается таблица с именем TAB1, которая учитывает значение стандартного числового атрибута MP3. При этом правая граница первого интервала задана равной 5. Ширина интервалов равна 6, а количество таких интервалов – 4. Таким образом правые границы интервалов, рассматриваемых в этой таблице, равны соответственно 5, 11, 17, 23.

TABULATE A – при входе в этот блок транзакта, в таблицу, имя которой указано в операнде A, заносится значение стандартного числового атрибута, указанного при создании таблицы.

Пример 38.

```
TAB1 TABLE MP3, 5, 6, 4  
TABULATE TAB1
```

В данном примере при входе транзакта в блок TABULATE, производится запись значения стандартного числового атрибута MP3 в таблицу TAB1.

4. Задание.

Составить программу моделирования для имитации функционирования мультимикрокомпьютерной системы в соответствии с вариантом задания.

Принять, что после обработки на ВМ задача с вероятностью 0,7 поступает на терминал, а с вероятностью 0,3 передается через КММ на ВМБП. Для всех вариантов следует определить:

- Общее количество задач, обработанных на каждом из блоков ВС за заданный промежуток времени;
- Время, в течение которого каждая задача проходит от ВМ₁ до выхода с ВМБП. Оформить полученные данные в виде таблицы;
- Проанализировать собранную статистику.

Обозначения:

t_i – интервал времени, через который задачи поступают в систему (на ВМ_i)

Δt_i – время поступления первой задачи (если не равно 0)

n_i – количество задач

tk_i – время обслуживания на КММ задачи, приходящей с ВМ_i

T – время обработки задач

P_i – вероятность заданного исхода

Примечание к порядку обработки задач №1 – если для задач в таблице указано несколько источников этих задач, то это значит, что они имеют равный приоритет. Примером такой записи является – «задачи, поступившие с ВМ₁ и ВМ₂».

Примечание к порядку обработки задач №2 – тип задачи определяется тем, с какого ВМ задача поступила на ВМБП (ВМ₁ – задачи первого типа и т.д.)

Требования к оформлению курсовой работы

Курсовая работа должна содержать:

1. задание;
2. структурную схему моделируемой системы;
3. описание имитационной модели;
4. программу моделирования на GPSS;
5. результаты моделирования и их анализ.

5. Варианты заданий.

I. Задания с одним терминалом на каждом ВМ.

- 1) Система включает в себя устройства T_1 , T_2 , T_3 , BM_1 , BM_2 , BM_3 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи, поступившие с BM_2 и BM_3
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_i
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 90 \pm 10, n_1 = 30$	$t_1 = 180 \pm 25, n_1 = 40$
	$t_2 = 250$	$t_2 = 95, n_2 = 35$
	$t_3 = 120 \pm 35, n_3 = 45$	$t_3 = 210 \pm 63, \Delta t_3 = 45, n_3 = 55$
T_1	$T = 30 \pm 10$	$\begin{cases} P_1 = 0.4, T = 20 \\ P_2 = 0.6, T = 31 \end{cases}$
T_2	$T = 40 \pm 15$	
T_3	$T = 35 \pm 12$	
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.5, T = 18 \\ P_2 = 0.3, T = 25 \\ P_3 = 0.2, T = 30 \end{cases}$	$T = 15 \pm 3$
BM_2		$T = 20 \pm 4$
BM_3		$T = 30 \pm 5$
ВМБП	$T = 50 \pm 5$	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 40 \\ P_2 = 0.3, T = 45 \end{cases}$
КММ	$tk_1 = 2$	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.2, tk_1 = 4 \\ P_2 = 0.8, tk_1 = 1 \end{cases}$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.2, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.8, tk_2 = 1 \end{cases}$	$tk_2 = 2$
	$tk_3 = 1$	$tk_3 = 4$
Условия окончания обслуживания задач	Систему покидает: - каждая 5-я задача, поступившая на T_1 с ВМБП; - каждая 4-я задача, поступившая на T_2 с ВМБП; - каждая 3-я задача, поступившая на T_3 с ВМБП; (До обработки на T_i)	Максимально возможная длина очереди к ВМБП равна 2. КММ отбрасывает (уничтожает) задачи, приходящие с BM_i , если очередь на ЦВК максимальной длины
Условие окончания моделирования	Время: 15000 тактов	Количество обработанных на BM_3 задач достигло 100
Определить	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда систему покинет первая задача	Количество задач каждого типа, прекративших обслуживание

- 2) Система включает в себя устройства T_1 , T_2 , T_3 , BM_1 , BM_2 , BM_3 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_3
	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи третьего типа, поступившие с ВМБП
	Задачи второго типа, поступившие с ВМБП
	Задачи первого типа, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 100, \Delta t_1 = 40$	$t_1 = 150, \Delta t_1 = 30, n_1 = 48$
	$t_2 = 180 \pm 45, n_2 = 25$	$t_2 = 140, n_2 = 23$
	$t_3 = 100, n_3 = 38$	$t_3 = 200 \pm 55, n_3 = 34$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 30 \\ P_2 = 0.3, T = 20 \end{cases}$	$T = 25 \pm 7$
T_2		$T = 33 \pm 5$
T_3		$T = 20 \pm 3$
BM_1	$T = 15 \pm 5$	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 20 \\ P_2 = 0.8, T = 30 \end{cases}$
BM_2	$T = 20 \pm 4$	
BM_3	$T = 10 \pm 3$	
ВМБП	$\begin{cases} P_1 = 0.4, T = 50 \\ P_2 = 0.6, T = 40 \end{cases}$	$T = 45 \pm 8$
КММ	$tk_1 = 4$	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_1 = 3 \\ P_2 = 0.9, tk_1 = 2 \end{cases}$
	$tk_2 = 2$	$tk_2 = 4$
	$tk_3 = \begin{cases} P_1 = 0.2, tk_3 = 4 \\ P_2 = 0.5, tk_3 = 2 \\ P_3 = 0.3, tk_3 = 1 \end{cases}$	$tk_3 = 1$
Условия окончания обслуживания задач	Задачи, поступающие на BM_1 , уничтожаются, если на BM_1 уже обработано 50 задач	Каждая 20-я задача, поступающая на T_i , уничтожается до обслуживания на T_i
Условие окончания моделирования	Время: 12000 тактов	Суммарное количество обработанных на BM_2 и BM_3 задач достигло 200
Определить	Количество задач, обработанных на ВМБП: всего и поступивших с каждого из BM_i в отдельности	Количество обработанных и уничтоженных задач для каждого T_i

3) Система включает в себя устройства $T_1, T_2, T_3, BM_1, BM_2, BM_3, KMM, BMБП$.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи любого типа, поступившие с $BMБП$
T_i	Задачи, поступившие из любых источников
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 150, \Delta t_1 = 47$	$t_1 = 100 \pm 30, n_1 = 56$
	$t_2 = 95 \pm 15, n_2 = 42$	$t_2 = 195 \pm 15$
	$t_3 = 125 \pm 40, n_3 = 37$	$t_3 = 150$
T_1	$T = 28 \pm 10$	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 30 \\ P_2 = 0.2, T = 20 \\ P_3 = 0.1, T = 35 \end{cases}$
T_2	$T = 32 \pm 15$	
T_3	$T = 30 \pm 18$	
BM_1	$T = 28 \pm 3$	$T = 20 \pm 2$
BM_2	$T = 25 \pm 4$	$T = 28 \pm 4$
BM_3	$T = 27 \pm 4$	$T = 18 \pm 3$
$BMБП$	$\begin{cases} P_1 = 0.8, T = 45 \\ P_2 = 0.2, T = 35 \end{cases}$	$T = 35 \pm 10$
КММ	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_1 = 3 \\ P_2 = 0.6, tk_1 = 1 \\ P_3 = 0.3, tk_1 = 2 \end{cases}$	$tk_1 = 1$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.2, tk_2 = 4 \\ P_2 = 0.8, tk_2 = 3 \end{cases}$	$tk_2 = 2$
	$tk_3 = 2$	$tk_3 = 3$
Условия окончания обслуживания задач	Задачи, поступающие на BM_i , уничтожаются без обработки, если очередь к BM_i уже содержит хотя бы одну задачу	Максимально возможная длина очереди к каждому T_i равна 2. Задача уничтожается до обработки на T_i , если очередь к T_i максимальной длины
Условие окончания моделирования	Время: 13000 тактов	Суммарное количество обработанных на BM_1 и BM_2 задач достигло 250
Определить	Количество задач, обработанных на $BMБП$ на момент, когда 20 задач прошли через BM_2	Количество обработанных и уничтоженных задач для каждого T_i

- 4) Система включает в себя устройства $T_1, T_2, T_3, BM_1, BM_2, BM_3, KMM, BM_{BP}$.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи третьего типа, поступившие с BM_{BP}
	Задачи второго типа, поступившие с BM_{BP}
	Задачи первого типа, поступившие с BM_{BP}
T_i	Задачи любого типа, поступившие с BM_{BP}
	Задачи, поступившие с BM_i
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 120 \pm 50, n_1 = 32$	$t_1 = 93, \Delta t_1 = 120, n_1 = 50$
	$t_2 = 150, n_2 = 23$	$t_2 = 110 \pm 10, n_2 = 32$
	$t_3 = 100, \Delta t_3 = 140, n_3 = 18$	$t_3 = 145 \pm 18, n_3 = 20$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.6, T = 40 \\ P_2 = 0.4, T = 35 \end{cases}$	$T = 30 \pm 10$
T_2		$T = 35 \pm 12$
T_3		$T = 27 \pm 5$
BM_1	$T = 22 \pm 7$	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 17 \\ P_2 = 0.8, T = 30 \end{cases}$
BM_2	$T = 27 \pm 5$	
BM_3	$T = 20 \pm 3$	
BM_{BP}	$\begin{cases} P_1 = 0.5, T = 45 \\ P_2 = 0.5, T = 40 \end{cases}$	$T = 45 \pm 10$
КММ	$tk_1 = 1$	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.3, tk_1 = 4 \\ P_2 = 0.7, tk_1 = 2 \end{cases}$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.9, tk_2 = 2 \end{cases}$	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.4, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.6, tk_2 = 1 \end{cases}$
	$tk_3 = 4$	$tk_3 = 2$
Условия окончания обслуживания задач	Каждая 15-я задача, поступающая на T_i , уничтожается после обслуживания на T_i	Задачи, поступающие на BM_i , уничтожаются без обработки, если очередь к BM_i уже содержит хотя бы одну задачу
Условие окончания моделирования	Время: 14000 тактов	Суммарное количество обработанных на BM_1 и BM_2 задач достигло 320
Определить	Количество задач, обработанных на каждом из T_i на момент, когда систему покинет 3-я задача	Количество задач, обработанных на BM_{BP} : всего и поступивших с каждого из BM_i в отдельности

- 5) Система включает в себя устройства T_1 , T_2 , T_3 , BM_1 , BM_2 , BM_3 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с BM_3
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_i
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 120 \pm 10, n_1 = 24$	$t_1 = 90, \Delta t_1 = 250, n_1 = 30$
	$t_2 = 100$	$t_2 = 145 \pm 12, n_2 = 25$
	$t_3 = 150, \Delta t_3 = 200, n_3 = 34$	$t_3 = 130 \pm 5, n_3 = 38$
T_1	$T = 50 \pm 20$	$\begin{cases} P_1 = 0.15, T = 18 \\ P_2 = 0.85, T = 27 \end{cases}$
T_2	$T = 45 \pm 15$	
T_3	$T = 40 \pm 8$	
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.75, T = 18 \\ P_2 = 0.25, T = 25 \end{cases}$	$T = 30 \pm 5$
BM_2		$T = 22 \pm 7$
BM_3		$T = 30 \pm 4$
ВМБП	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 50 \\ P_2 = 0.8, T = 40 \end{cases}$	$\begin{cases} P_1 = 0.25, T = 47 \\ P_2 = 0.75, T = 36 \end{cases}$
КММ	$tk_1 = 1$	$tk_1 = 1$
	$tk_2 = 4$	$tk_2 = 2$
	$tk_3 = 3$	$tk_3 = 3$
Условия окончания обслуживания задач	Максимально возможная длина очереди к каждому T_i равна 3. Задача уничтожается до обработки на T_i , если очередь к T_i максимальной длины	Каждая 15-я задача после обработки на ВМБП покидает систему
Условие окончания моделирования	Время: 12000 тактов	Суммарное количество обработанных на BM_1 , BM_2 и BM_3 задач достигло 500
Определить	Количество обработанных и уничтоженных задач для каждого T_i	Количество задач, обработанных и уничтоженных на ВМБП: всего и поступивших с каждого из BM_i в отдельности

- б) Система включает в себя устройства T_1 , T_2 , T_3 , BM_1 , BM_2 , BM_3 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи первого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи второго типа, поступившие с ВМБП
	Задачи третьего типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с BM_3
T_i	Задачи любого типа
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 140 \pm 35$	$t_1 = 160 \pm 55$
	$t_2 = 190 \pm 10$	$t_2 = 110 \pm 60, n_2 = 45$
	$t_3 = 230 \pm 10$	$t_3 = 180, \Delta t_3 = 200$
T_1	$T = 40 \pm 10$	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 35 \\ P_2 = 0.1, T = 20 \\ P_3 = 0.2, T = 30 \end{cases}$
T_2	$T = 30 \pm 8$	
T_3	$T = 35 \pm 12$	
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 30 \\ P_2 = 0.3, T = 23 \end{cases}$	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 20 \\ P_2 = 0.8, T = 25 \end{cases}$
BM_2		
BM_3		
ВМБП	$\begin{cases} P_1 = 0.75, T = 30 \\ P_2 = 0.25, T = 40 \end{cases}$	$T = 55 \pm 8$
КММ	$tk_1 = tk_2 = tk_3 = \begin{cases} P_1 = 0.2, tk_i = 2 \\ P_2 = 0.8, tk_i = 1 \end{cases}$	$tk_1 = 4$
		$tk_2 = 3$
		$tk_3 = 1$
Условия окончания обслуживания задач	После обработки на T_i уничтожается каждая 8-я задача	Максимально возможная длина очереди к ВМБП равна 3. Если очередь на ВМБП максимальной длины, задача уничтожается без обслуживания на ВМБП
Условие окончания моделирования	Время: 11000 тактов	Количество обработанных на ВМБП задач достигло 200
Определить	Количество обработанных и уничтоженных задач для каждого T_i	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда систему покинет 1-я задача

7) Система включает в себя устройства T_1 , T_2 , T_3 , BM_1 , BM_2 , BM_3 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_3 , задачи третьего типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_2 , задачи второго типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_1 , задачи первого типа, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 100 \pm 30, n_1 = 56$	$t_1 = 150, \Delta t_1 = 47$
	$t_2 = 195 \pm 15$	$t_2 = 95 \pm 15, n_2 = 42$
	$t_3 = 150$	$t_3 = 125 \pm 40, n_3 = 37$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 30 \\ P_2 = 0.2, T = 20 \\ P_3 = 0.1, T = 35 \end{cases}$	$T = 28 \pm 10$
T_2		$T = 32 \pm 15$
T_3		$T = 30 \pm 18$
BM_1	$T = 20 \pm 2$	$T = 28 \pm 3$
BM_2	$T = 28 \pm 4$	$T = 25 \pm 4$
BM_3	$T = 18 \pm 3$	$T = 27 \pm 4$
ВМБП	$T = 35 \pm 10$	$\begin{cases} P_1 = 0.8, T = 45 \\ P_2 = 0.2, T = 35 \end{cases}$
КММ	$tk_1 = 1$	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_1 = 3 \\ P_2 = 0.6, tk_1 = 1 \\ P_3 = 0.3, tk_1 = 2 \end{cases}$
	$tk_2 = 2$	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.2, tk_2 = 4 \\ P_2 = 0.8, tk_2 = 3 \end{cases}$
	$tk_3 = 3$	$tk_3 = 2$
Условия окончания обслуживания задач	Максимально возможная длина очереди к каждому T_i равна 2. Задача уничтожается до обработки на T_i , если очередь к T_i максимальной длины	Задачи, поступающие на BM_i , уничтожаются без обработки, если очередь к BM_i уже содержит хотя бы одну задачу
Условие окончания моделирования	Время: 14000 тактов	Суммарное количество обработанных на BM_1 , BM_2 и BM_3 задач достигло 600
Определить	Количество обработанных и уничтоженных задач для каждого T_i	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда 20 задач прошли через BM_2

- 8) Система включает в себя устройства $T_1, T_2, T_3, BM_1, BM_2, BM_3, KMM, BMБП$.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи первого типа, поступившие с $BMБП$
	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи второго типа, поступившие с $BMБП$
	Задачи, поступившие с BM_3
	Задачи третьего типа, поступившие с $BMБП$
T_i	Задачи любого типа, поступившие с $BMБП$
	Задачи, поступившие с BM_i
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 93, \Delta t_1 = 120, n_1 = 50$	$t_1 = 120 \pm 50, n_1 = 32$
	$t_2 = 110 \pm 10, n_2 = 32$	$t_2 = 150, n_2 = 23$
	$t_3 = 145 \pm 18, n_3 = 20$	$t_3 = 100, \Delta t_3 = 140, n_3 = 18$
T_1	$T = 30 \pm 10$	$\begin{cases} P_1 = 0.6, T = 40 \\ P_2 = 0.4, T = 35 \end{cases}$
T_2	$T = 35 \pm 12$	
T_3	$T = 27 \pm 5$	
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 17 \\ P_2 = 0.8, T = 30 \end{cases}$	$T = 22 \pm 7$
BM_2		$T = 27 \pm 5$
BM_3		$T = 20 \pm 3$
$BMБП$	$T = 45 \pm 10$	$\begin{cases} P_1 = 0.5, T = 45 \\ P_2 = 0.5, T = 40 \end{cases}$
КММ	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.3, tk_1 = 4 \\ P_2 = 0.7, tk_1 = 2 \end{cases}$	$tk_1 = 1$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.4, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.6, tk_2 = 1 \end{cases}$	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.9, tk_2 = 2 \end{cases}$
	$tk_3 = 2$	$tk_3 = 4$
Условия окончания обслуживания задач	Задачи, поступающие на BM_i , уничтожаются без обработки, если очередь к BM_i уже содержит хотя бы одну задачу	Каждая 15-я задача, поступающая на T_i , уничтожается после обслуживания на T_i
Условие окончания моделирования	Время: 14000 тактов	Количество обработанных на КММ задач достигло 500
Определить	Количество задач, обработанных на $BMБП$: всего и поступивших с каждого из BM_i в отдельности	Количество задач, обработанных на каждом из T_i на момент, когда систему покинет 3-я задача

- 9) Система включает в себя устройства $T_1, T_2, T_3, VM_1, VM_2, VM_3, KMM, VMБП$.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи первого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи второго типа, поступившие с ВМБП
	Задачи третьего типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с VM_i
T_i	Задачи, поступившие с VM_i
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
VM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 200 \pm 50, n_1 = 30$	$t_1 = 120 \pm 55$
	$t_2 = 180, n_2 = 35$	$t_2 = 110, \Delta t_2 = 100, n_2 = 35$
	$t_3 = 155, n_3 = 30$	$t_3 = 144, n_3 = 44$
T_1	$T = 20 \pm 3$	$\begin{cases} P_1 = 0.65, T = 40 \\ P_2 = 0.35, T = 30 \end{cases}$
T_2	$T = 32 \pm 4$	
T_3	$T = 28 \pm 2$	
VM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 20 \\ P_2 = 0.8, T = 25 \end{cases}$	$\begin{cases} P_1 = 0.3, T = 22 \\ P_2 = 0.7, T = 15 \end{cases}$
VM_2		
VM_3		
ВМБП	$T = 35 \pm 5$	$T = 55 \pm 8$
КММ	$tk_1 = 1$	$tk_1 = 4$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_2 = 2 \\ P_2 = 0.9, tk_2 = 3 \end{cases}$	$tk_2 = 3$
	$tk_3 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_3 = 1 \\ P_2 = 0.9, tk_3 = 3 \end{cases}$	$tk_3 = 2$
Условия окончания обслуживания задач	Каждая 10-я задача после обработки на ВМБП покидает систему	Максимально возможная длина очереди к ВМБП равна 2. Если очередь на ВМБП максимальной длины, задача уничтожается без обслуживания на ВМБП
Условие окончания моделирования	Время: 13000 тактов	Количество обработанных на ВМБП задач достигло 300
Определить	Количество задач, обработанных на каждом из T_i на момент, когда систему покинет первая задача	Количество уничтоженных задач: всего и поступивших с каждого из VM_i в отдельности

10) Система включает в себя устройства $T_1, T_2, T_3, VM_1, VM_2, VM_3, KMM, VMБП$.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи первого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с VM_1
	Задачи второго типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с VM_2
	Задачи третьего типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с VM_3
T_i	Задачи, поступившие из любых источников
VM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 160 \pm 55$	$t_1 = 140 \pm 35$
	$t_2 = 110 \pm 60, n_2 = 45$	$t_2 = 190 \pm 10$
	$t_3 = 180, \Delta t_3 = 200$	$t_3 = 230 \pm 10$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 35 \\ P_2 = 0.1, T = 20 \\ P_3 = 0.2, T = 30 \end{cases}$	$T = 40 \pm 10$
T_2		$T = 30 \pm 8$
T_3		$T = 35 \pm 12$
VM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 20 \\ P_2 = 0.8, T = 25 \end{cases}$	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 30 \\ P_2 = 0.3, T = 23 \end{cases}$
VM_2		
VM_3		
ВМБП	$T = 55 \pm 8$	$\begin{cases} P_1 = 0.75, T = 30 \\ P_2 = 0.25, T = 40 \end{cases}$
КММ	$tk_1 = 4$	$tk_1 = tk_2 = tk_3 = \begin{cases} P_1 = 0.2, tk_i = 2 \\ P_2 = 0.8, tk_i = 1 \end{cases}$
	$tk_2 = 3$	
	$tk_3 = 1$	
Условия окончания обслуживания задач	Максимально возможная длина очереди к ВМБП равна 2. Если очередь на ВМБП максимальной длины, задача уничтожается без обслуживания на ВМБП	После обработки на T_i уничтожается каждая 8-я задача
Условие окончания моделирования	Время: 11000 тактов	Суммарное количество обработанных на VM_1 и VM_2 задач достигло 400
Определить	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда систему покинет 1-я задача	Количество обработанных и уничтоженных задач для каждого T_i

11) Система включает в себя устройства $T_1, T_2, T_3, VM_1, VM_2, VM_3, KMM, VMБП$.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с VM_1
	Задачи первого типа, поступившие с $VMБП$
	Задачи, поступившие с VM_2
	Задачи второго типа, поступившие с $VMБП$
	Задачи, поступившие с VM_3
	Задачи третьего типа, поступившие с $VMБП$
T_i	Задачи, поступившие с $VMБП$
	Задачи, поступившие с VM_i
VM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 150, \Delta t_1 = 30, n_1 = 48$	$t_1 = 100, \Delta t_1 = 40$
	$t_2 = 140, n_2 = 23$	$t_2 = 180 \pm 45, n_2 = 25$
	$t_3 = 200 \pm 55, n_3 = 34$	$t_3 = 100, n_3 = 38$
T_1	$T = 25 \pm 7$	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 30 \\ P_2 = 0.3, T = 20 \end{cases}$
T_2	$T = 33 \pm 5$	
T_3	$T = 20 \pm 3$	
VM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 20 \\ P_2 = 0.8, T = 30 \end{cases}$	$T = 15 \pm 5$
VM_2		$T = 20 \pm 4$
VM_3		$T = 10 \pm 3$
$VMБП$	$T = 45 \pm 8$	$\begin{cases} P_1 = 0.4, T = 50 \\ P_2 = 0.6, T = 40 \end{cases}$
КММ	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_1 = 3 \\ P_2 = 0.9, tk_1 = 2 \end{cases}$	$tk_1 = 4$
	$tk_2 = 4$	$tk_2 = 2$
	$tk_3 = 1$	$tk_3 = \begin{cases} P_1 = 0.2, tk_3 = 4 \\ P_2 = 0.5, tk_3 = 2 \\ P_3 = 0.3, tk_3 = 1 \end{cases}$
Условия окончания обслуживания задач	Каждая 20-я задача, поступающая на T_i , уничтожается до обслуживания на T_i	Задачи, поступающие на VM_1 , уничтожаются, если на VM_1 уже обработано 50 задач
Условие окончания моделирования	Время: 15000 тактов	Количество обработанных на КММ задач достигло 550
Определить	Количество обработанных и уничтоженных задач для каждого T_i	Количество задач, обработанных на $VMБП$: всего и поступивших с каждого из VM_i в отдельности

12) Система включает в себя устройства T_1 , T_2 , T_3 , BM_1 , BM_2 , BM_3 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи, поступившие с BM_3
T_i	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 120 \pm 5, n_1 = 57$	$t_1 = 180, \Delta t_1 = 80, n_1 = 33$
	$t_2 = 200, n_2 = 18$	$t_2 = 95, n_2 = 45$
	$t_3 = 90 \pm 15, n_3 = 45$	$t_3 = 110 \pm 90, n_3 = 50$
T_1	$T = 30 \pm 10$	$\begin{cases} P_1 = 0.4, T = 25 \\ P_2 = 0.6, T = 30 \end{cases}$
T_2	$T = 33 \pm 5$	
T_3	$T = 35 \pm 12$	
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.1, T = 16 \\ P_2 = 0.7, T = 25 \\ P_3 = 0.2, T = 30 \end{cases}$	$T = 15 \pm 3$
BM_2		$T = 20 \pm 4$
BM_3		$T = 30 \pm 5$
ВМБП	$T = 40 \pm 5$	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 42 \\ P_2 = 0.3, T = 45 \end{cases}$
КММ	$tk_1 = 2$	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.3, tk_1 = 2 \\ P_2 = 0.7, tk_1 = 4 \end{cases}$
	$tk_2 = 3$	
	$tk_3 = \begin{cases} P_1 = 0.2, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.8, tk_2 = 1 \end{cases}$	$tk_3 = 4$
Условия окончания обслуживания задач	Систему покидает: - каждая 5-я задача, поступившая на T_1 с ВМБП; - каждая 4-я задача, поступившая на T_2 с ВМБП; - каждая 3-я задача, поступившая на T_3 с ВМБП; (до обработки на T_i)	Максимально возможная длина очереди к ВМБП равна 2. КММ отбрасывает (уничтожает) задачи, приходящие с BM_i , если очередь на ВМБП максимальной длины
Условие окончания моделирования	Время: 12000 тактов	Количество обработанных на BM_3 задач достигло 400
Определить	Количество задач каждого типа, обработанных и прекративших обслуживание для каждого из T_i	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда систему покинет 4-я задача

13) Система включает в себя устройства $T_1, T_2, T_3, BM_1, BM_2, BM_3, KMM, ВМБП$.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи второго типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_3
	Задачи третьего типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи первого типа, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи, поступившие из любых источников
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 130 \pm 10$	$t_1 = 155 \pm 25, n_1 = 30$
	$t_2 = 200 \pm 50, n_2 = 30$	$t_2 = 100, \Delta t_2 = 37$
	$t_3 = 100 \pm 30, n_3 = 55$	$t_3 = 110 \pm 70, n_3 = 50$
T_1	$T = 29 \pm 10$	$\{P_1 = 0.2, T = 66$ $\{P_2 = 0.8, T = 43$
T_2	$T = 64 \pm 6$	
T_3	$T = 58 \pm 4$	
BM_1	$\{P_1 = 0.6, T = 19$ $\{P_2 = 0.3, T = 30$ $\{P_3 = 0.1, T = 23$	$T = 17 \pm 5$
BM_2		$T = 27 \pm 3$
BM_3		$T = 23 \pm 4$
ВМБП	$T = 54 \pm 3$	$\{P_1 = 0.8, T = 38$ $\{P_2 = 0.2, T = 42$
КММ	$tk_1 = 4$	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.2, tk_1 = 2 \\ P_2 = 0.8, tk_1 = 4 \end{cases}$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.2, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.8, tk_2 = 2 \end{cases}$	$tk_2 = 1$
	$tk_3 = 2$	$tk_3 = 3$
Условия окончания обслуживания задач	Максимально возможная длина очереди к ВМБП равна 2. КММ отбрасывает (уничтожает) задачи, приходящие с BM_i , если очередь на ВМБП максимальной длины	Каждая 16-я задача, поступающая на T_i , уничтожается до обслуживания на T_i
Условие окончания моделирования	Время: 14000 тактов	Количество обработанных на BM_2 задач достигло 420
Определить	Количество задач, обработанных на каждом из T_i на момент, когда систему покинет 3-я задача	Количество уничтоженных задач: всего и поступивших с каждого из BM_i в отдельности

14) Система включает в себя устройства $T_1, T_2, T_3, VM_1, VM_2, VM_3, KMM, VMБП$.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи третьего типа, поступившие с ВМБП
	Задачи второго типа, поступившие с ВМБП
	Задачи первого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с VM_i
T_i	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с VM_i
VM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 124, n_1 = 40$	$t_1 = 220 \pm 45, n_1 = 37$
	$t_2 = 220 \pm 10$	$t_2 = 170$
	$t_3 = 160, n_3 = 23$	$t_3 = 100, \Delta t_3 = 120, n_3 = 20$
T_1	$T = 17 \pm 5$	$\begin{cases} P_1 = 0.5, T = 18 \pm 7 \\ P_2 = 0.3, T = 25 \pm 5 \\ P_3 = 0.2, T = 28 \end{cases}$
T_2	$T = 21 \pm 7$	
T_3	$T = 30 \pm 10$	
VM_1	$T = 13 \pm 6$	$\begin{cases} P_1 = 0.4, T = 28 \\ P_2 = 0.6, T = 25 \end{cases}$
VM_2	$T = 23 \pm 5$	
VM_3	$T = 30 \pm 10$	
ВМБП	$\begin{cases} P_1 = 0.3, T = 45 \\ P_2 = 0.7, T = 30 \end{cases}$	$T = 35 \pm 6$
КММ	$tk_1 = 3$	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.7, tk_1 = 3 \\ P_2 = 0.3, tk_1 = 2 \end{cases}$
	$tk_2 = 1$	
	$tk_3 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_3 = 3 \\ P_2 = 0.5, tk_3 = 1 \\ P_3 = 0.4, tk_3 = 2 \end{cases}$	$tk_3 = 3$
Условия окончания обслуживания задач	Максимально возможная длина очереди к каждому T_i равна 3. Задача уничтожается до обработки на T_i , если очередь к T_i максимальной длины.	Задачи, поступающие на VM_1 , уничтожаются, если на VM_1 уже обработано 60 задач
Условие окончания моделирования	Время: 13000 тактов	Количество обработанных на ВМБП задач достигло 180
Определить	Количество обработанных и уничтоженных задач для каждого T_i	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда систему покинет 1-я задача

15) Система включает в себя устройства T_1 , T_2 , T_3 , BM_1 , BM_2 , BM_3 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_3
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_i
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 94, \Delta t_1 = 110, n_1 = 40$	$t_1 = 100, n_1 = 42$
	$t_2 = 155, n_2 = 30$	$t_2 = 195, n_2 = 37$
	$t_3 = 195 \pm 20$	$t_3 = 150 \pm 20, n_3 = 20$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 36 \\ P_2 = 0.6, T = 20 \\ P_3 = 0.2, T = 34 \end{cases}$	$T = 31 \pm 13$
T_2		$T = 45 \pm 7$
T_3		$T = 26 \pm 6$
BM_1	$T = 34 \pm 6$	$T = 20 \pm 3$
BM_2	$T = 26 \pm 3$	$T = 24 \pm 2$
BM_3	$T = 30 \pm 6$	$T = 33 \pm 2$
ВМБП	$\begin{cases} P_1 = 0.6, T = 34 \\ P_2 = 0.4, T = 48 \end{cases}$	$T = 31 \pm 11$
КММ	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.2, tk_1 = 1 \\ P_2 = 0.7, tk_1 = 2 \\ P_3 = 0.1, tk_1 = 3 \end{cases}$	$tk_1 = 3$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.2, tk_2 = 4 \\ P_2 = 0.8, tk_2 = 3 \end{cases}$	$tk_2 = 1$
	$tk_3 = 3$	$tk_3 = 2$
Условия окончания обслуживания задач	Задачи, поступающие на BM_1 , уничтожаются, если на BM_1 уже обработано 45 задач	Каждая 9-я задача после обработки на ВМБП покидает систему
Условие окончания моделирования	Время: 11000 тактов	Суммарное количество обработанных на BM_1 и BM_3 задач достигло 500
Определить	Количество задач, обработанных на ВМБП: всего и поступивших с каждого из BM_i в отдельности	Количество задач, обработанных и уничтоженных на ВМБП: всего и поступивших с каждого из BM_i в отдельности

16) Система включает в себя устройства $T_1, T_2, T_3, BM_1, BM_2, BM_3, KMM, ВМБП$.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи, поступившие с BM_3
T_i	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_i
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 100, \Delta t_1 = 150, n_1 = 16$	$t_1 = 110, \Delta t_1 = 90, n_1 = 35$
	$t_2 = 125 \pm 30, n_2 = 30$	$t_2 = 120 \pm 20, n_2 = 20$
	$t_3 = 160 \pm 30$	$t_3 = 135 \pm 10, n_3 = 30$
T_1	$T = 26 \pm 14$	$\begin{cases} P_1 = 0.3, T = 45 \\ P_2 = 0.7, T = 32 \end{cases}$
T_2	$T = 35 \pm 10$	
T_3	$T = 39 \pm 12$	
BM_1	$T = 22 \pm 7$	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 17 \\ P_2 = 0.8, T = 30 \end{cases}$
BM_2	$T = 27 \pm 5$	
BM_3	$T = 20 \pm 3$	
ВМБП	$\begin{cases} P_1 = 0.3, T = 30 \\ P_2 = 0.7, T = 50 \end{cases}$	$T = 55 \pm 15$
КММ	$tk_1 = 2$	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.3, tk_1 = 4 \\ P_2 = 0.7, tk_1 = 2 \end{cases}$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.9, tk_2 = 4 \end{cases}$	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.5, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.5, tk_2 = 1 \end{cases}$
	$tk_3 = 3$	$tk_3 = 2$
Условия окончания обслуживания задач	Максимально возможная длина очереди к каждому T_i равна 4. Задача уничтожается до обработки на T_i , если очередь к T_i максимальной длины	Систему покидает: - каждая 4-я задача, поступившая на T_1 с ВМБП; - каждая 6-я задача, поступившая на T_2 с ВМБП; - каждая 5-я задача, поступившая на T_3 с ВМБП; (до обработки на T_i)
Условие окончания моделирования	Время: 15000 тактов	Количество обработанных на ВМБП задач достигло 250
Определить	Количество обработанных и уничтоженных задач для каждого T_i	Количество задач, обработанных на каждом из T_i на момент, когда систему покинет 3-я задача

17) Система включает в себя устройства T_1 , T_2 , T_3 , BM_1 , BM_2 , BM_3 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_1 и BM_3
	Задачи, поступившие с BM_2
T_i	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 185 \pm 15$	$t_1 = 160, \Delta t_1 = 70, n_1 = 40$
	$t_2 = 170, \Delta t_2 = 180$	$t_2 = 100, \Delta t_2 = 140, n_2 = 20$
	$t_3 = 200 \pm 40, n_3 = 25$	$t_3 = 220 \pm 15$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.5, T = 43 \\ P_2 = 0.4, T = 47 \\ P_3 = 0.1, T = 35 \end{cases}$	$T = 65 \pm 5$
T_2		$T = 47 \pm 10$
T_3		$T = 52 \pm 12$
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.6, T = 18 \\ P_2 = 0.4, T = 25 \end{cases}$	$T = 31 \pm 3$
BM_2		$T = 24 \pm 4$
BM_3		$T = 35 \pm 3$
ВМБП	$\begin{cases} P_1 = 0.25, T = 35 \\ P_2 = 0.75, T = 20 \end{cases}$	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 47 \\ P_2 = 0.8, T = 25 \end{cases}$
КММ	$tk_1 = 4$	$tk_1 = 3$
	$tk_2 = 1$	$tk_2 = 4$
	$tk_3 = 2$	$tk_3 = 1$
Условия окончания обслуживания задач	Задачи, поступающие на BM_i , уничтожаются без обработки, если очередь к BM_i уже содержит хотя бы одну задачу	Максимально возможная длина очереди к каждому T_i равна 4. Задача уничтожается до обработки на T_i , если очередь к T_i максимальной длины
Условие окончания моделирования	Время: 12000 тактов	Количество обработанных на КММ задач достигло 550
Определить	Количество задач обработанных на каждом T_i	Количество задач каждого типа, прекративших обслуживание

18) Система включает в себя устройства $T_1, T_2, T_3, BM_1, BM_2, BM_3, KMM, ВМБП$.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с BM_3
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи второго типа, поступившие с ВМБП
	Задачи третьего типа, поступившие с ВМБП
	Задачи первого типа, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 110, \Delta t_1 = 80, n_1 = 45$	$t_1 = 90, \Delta t_3 = 130, n_1 = 40$
	$t_2 = 120, \Delta t_2 = 50$	$t_2 = 100 \pm 30, n_2 = 30$
	$t_3 = 100 \pm 50, n_3 = 55$	$t_3 = 200 \pm 60, n_3 = 35$
T_1	$T = 54 \pm 9$	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 39 \\ P_2 = 0.5, T = 25 \\ P_3 = 0.3, T = 30 \end{cases}$
T_2	$T = 33 \pm 7$	
T_3	$T = 35 \pm 9$	
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.55, T = 35 \\ P_2 = 0.45, T = 23 \end{cases}$	$\begin{cases} P_1 = 0.1, T = 20 \\ P_2 = 0.9, T = 25 \end{cases}$
BM_2		
BM_3		
ВМБП	$\begin{cases} P_1 = 0.75, T = 30 \\ P_2 = 0.25, T = 35 \end{cases}$	$T = 45 \pm 5$
КММ	$tk_i = \begin{cases} P_1 = 0.6, tk_i = 2 \\ P_2 = 0.4, tk_i = 1 \end{cases}$	$tk_1 = 2$
		$tk_2 = 4$
		$tk_3 = 1$
Условия окончания обслуживания задач	Каждая 12-я задача после обработки на ВМБП покидает систему	Задачи, поступающие на BM_i , уничтожаются без обработки, если очередь к BM_i уже содержит хотя бы одну задачу
Условие окончания моделирования	Время: 13000 тактов	Количество обработанных на BM_1 задач достигло 350
Определить	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда 20 задач прошли через BM_2	Количество задач, обработанных на ВМБП: всего и поступивших с каждого из BM_i в отдельности

19) Система включает в себя устройства T_1 , T_2 , T_3 , BM_1 , BM_2 , BM_3 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_2 и BM_3
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи, поступившие с ВМБП
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 240 \pm 15$	$t_1 = 140, \Delta t_1 = 40$
	$t_2 = 110 \pm 15, n_2 = 45$	$t_2 = 185 \pm 20$
	$t_3 = 195 \pm 60, n_3 = 25$	$t_3 = 135, \Delta t_1 = 30, n_3 = 37$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.1, T = 52 \\ P_2 = 0.3, T = 45 \\ P_3 = 0.6, T = 39 \end{cases}$	$T = 17 \pm 5$
T_2		$T = 32 \pm 12$
T_3		$T = 30 \pm 10$
BM_1	$T = 25 \pm 7$	$T = 28 \pm 2$
BM_2	$T = 30 \pm 10$	$T = 25 \pm 5$
BM_3	$T = 10 \pm 2$	$T = 40 \pm 8$
ВМБП	$T = 38 \pm 2$	$\begin{cases} P_1 = 0.35, T = 40 \\ P_2 = 0.65, T = 20 \end{cases}$
КММ	$tk_1 = 1$	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_1 = 3 \\ P_2 = 0.7, tk_1 = 2 \\ P_3 = 0.2, tk_1 = 1 \end{cases}$
	$tk_2 = 2$	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.6, tk_2 = 4 \\ P_2 = 0.4, tk_2 = 1 \end{cases}$
	$tk_3 = 3$	$tk_3 = 2$
Условия окончания обслуживания задач	Каждая 17-я задача, поступающая на T_i , уничтожается до обслуживания на T_i	Максимально возможная длина очереди к ВМБП равна 2. КММ отбрасывает (уничтожает) задачи, приходящие с BM_i , если очередь на ВМБП максимальной длины
Условие окончания моделирования	Время: 14000 тактов	Количество обработанных на КММ задач достигло 450
Определить	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда систему покинет 1-я задача	Количество задач, обработанных и уничтоженных на ВМБП: всего и поступивших с каждого из BM_i в отдельности

20) Система включает в себя устройства T_1 , T_2 , T_3 , BM_1 , BM_2 , BM_3 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_2 и BM_1
	Задачи, поступившие с BM_3
T_i	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 155, n_1 = 22$	$t_1 = 125 \pm 30, n_1 = 40$
	$t_2 = 135, \Delta t_2 = 50$	$t_2 = 110 \pm 50, n_2 = 50$
	$t_3 = 175 \pm 25$	$t_3 = 140, n_3 = 25$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 47 \\ P_2 = 0.4, T = 38 \\ P_3 = 0.4, T = 41 \end{cases}$	$T = 45 \pm 17$
T_2		$T = 54 \pm 10$
T_3		$T = 35 \pm 23$
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.1, T = 20 \\ P_2 = 0.9, T = 30 \end{cases}$	$T = 25 \pm 8$
BM_2		$T = 37 \pm 6$
BM_3		$T = 30 \pm 2$
ВМБП	$T = 45 \pm 11$	$\begin{cases} P_1 = 0.5, T = 30 \\ P_2 = 0.5, T = 43 \end{cases}$
КММ	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.6, tk_1 = 4 \\ P_2 = 0.4, tk_1 = 1 \end{cases}$	$tk_1 = 3$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.25, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.75, tk_2 = 1 \end{cases}$	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.7, tk_2 = 4 \\ P_2 = 0.3, tk_2 = 1 \end{cases}$
	$tk_3 = 2$	$tk_3 = 2$
Условия окончания обслуживания задач	Систему покидает: - каждая 3-я задача, поступившая на T_1 с ВМБП; - каждая 4-я задача, поступившая на T_2 с ВМБП; - каждая 2-я задача, поступившая на T_3 с ВМБП; (до обработки на T_i)	Каждая 14-я задача после обработки на ВМБП покидает систему
Условие окончания моделирования	Время: 11000 тактов	Суммарное количество обработанных на BM_1 и BM_2 задач достигло 430
Определить	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда систему покинет первая задача	Количество обработанных и уничтоженных задач для каждого T_i

21) Система включает в себя устройства T_1 , T_2 , T_3 , BM_1 , BM_2 , BM_3 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи третьего типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_3
	Задачи первого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи второго типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_2
T_i	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи, поступившие с ВМБП
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 100, \Delta t_1 = 42$	$t_1 = 120, \Delta t_1 = 100, n_1 = 30$
	$t_2 = 195 \pm 20$	$t_2 = 130, \Delta t_2 = 45$
	$t_3 = 200, n_3 = 20$	$t_3 = 170 \pm 30$
T_1	$T = 33 \pm 15$	$\begin{cases} P_1 = 0.1, T = 53 \\ P_2 = 0.3, T = 27 \\ P_3 = 0.6, T = 39 \end{cases}$
T_2	$T = 24 \pm 10$	
T_3	$T = 39 \pm 12$	
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.3, T = 25 \\ P_2 = 0.7, T = 32 \end{cases}$	$\begin{cases} P_1 = 0.4, T = 10 \\ P_2 = 0.6, T = 18 \end{cases}$
BM_2		
BM_3		
ВМБП	$T = 32 \pm 7$	$T = 55 \pm 8$
КММ	$tk_1 = 1$	$tk_1 = 4$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.9, tk_2 = 4 \end{cases}$	$tk_2 = 3$
	$tk_3 = \begin{cases} P_1 = 0.3, tk_3 = 1 \\ P_2 = 0.7, tk_3 = 2 \end{cases}$	$tk_3 = 1$
Условия окончания обслуживания задач	Каждая 18-я задача, поступающая на T_i , уничтожается до обслуживания на T_i	Максимально возможная длина очереди к ВМБП равна 3. КММ отбрасывает (уничтожает) задачи, приходящие с BM_i , если очередь на ВМБП максимальной длины
Условие окончания моделирования	Время: 14000 тактов	Суммарное количество обработанных на BM_1 , BM_2 и BM_3 задач достигло 600
Определить	Количество задач, обработанных на каждом из T_i на момент, когда систему покинет первая задача	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда 20 задач прошли через BM_2

22) Система включает в себя устройства $T_1, T_2, T_3, BM_1, BM_2, BM_3, KMM, ВМБП$.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_1 , и задачи первого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_3 , и задачи третьего типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_2 , и задачи второго типа, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи, поступившие из любых источников
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 165 \pm 25$	$t_1 = 140 \pm 15$
	$t_2 = 110, \Delta t_2 = 90, n_2 = 35$	$t_2 = 135 \pm 50, n_2 = 32$
	$t_3 = 100, n_3 = 39$	$t_3 = 95 \pm 15, n_3 = 43$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.1, T = 53 \\ P_2 = 0.7, T = 27 \\ P_3 = 0.2, T = 39 \end{cases}$	$T = 35 \pm 10$
T_2		$T = 31 \pm 5$
T_3		$T = 26 \pm 3$
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 10 \\ P_2 = 0.3, T = 25 \end{cases}$	$\begin{cases} P_1 = 0.65, T = 35 \\ P_2 = 0.35, T = 24 \end{cases}$
BM_2		
BM_3		
ВМБП	$T = 45 \pm 10$	$\begin{cases} P_1 = 0.85, T = 29 \\ P_2 = 0.15, T = 27 \end{cases}$
КММ	$tk_1 = 1$	$tk_i = \begin{cases} P_1 = 0.85, tk_i = 3 \\ P_2 = 0.15, tk_i = 2 \end{cases}$
	$tk_2 = 2$	
	$tk_3 = 3$	
Условия окончания обслуживания задач	Максимально возможная длина очереди к ВМБП равна 2. Если очередь на ВМБП максимальной длины, задача уничтожается без обслуживания на ВМБП	После обработки на T_i уничтожается каждая 8-я задача
Условие окончания моделирования	Время: 12000 тактов	Количество обработанных на КММ задач достигло 500
Определить	Количество задач, обработанных на каждом из T_i на момент, когда систему покинет 3-я задача	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда систему покинет 4-я задача

23) Система включает в себя устройства T_1 , T_2 , T_3 , BM_1 , BM_2 , BM_3 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи третьего типа, поступившие с ВМБП
	Задачи первого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи второго типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_i
T_i	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи, поступившие с ВМБП
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 178 \pm 12$	$t_1 = 142, \Delta t_1 = 41$
	$t_2 = 167, \Delta t_2 = 183$	$t_2 = 155 \pm 23$
	$t_3 = 212 \pm 35, n_3 = 26$	$t_3 = 130, \Delta t_3 = 26, n_3 = 34$
T_1	$T = 53 \pm 4$	$\begin{cases} P_1 = 0.1, T = 19 \\ P_2 = 0.9, T = 32 \end{cases}$
T_2	$T = 29 \pm 6$	
T_3	$T = 33 \pm 8$	
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 18 \\ P_2 = 0.2, T = 31 \\ P_3 = 0.1, T = 20 \end{cases}$	$T = 21 \pm 5$
BM_2		$T = 25 \pm 3$
BM_3		$T = 34 \pm 4$
ВМБП	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 36 \\ P_2 = 0.3, T = 46 \end{cases}$	$T = 36 \pm 6$
КММ	$tk_1 = 1$	$tk_1 = 4$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.2, tk_2 = 2 \\ P_2 = 0.8, tk_2 = 3 \end{cases}$	$tk_2 = 2$
	$tk_3 = 4$	$tk_3 = 1$
Условия окончания обслуживания задач	Каждая 14-я задача, поступающая на T_i , уничтожается до обслуживания на T_i	Задача, поступающие на BM_1 , уничтожаются, если на BM_1 уже обработано 90 задач
Условие окончания моделирования	Время: 16000 тактов	Суммарное количество обработанных на BM_2 и BM_3 задач достигло 490
Определить	Количество задач, обработанных на каждом из T_i на момент, когда систему покинет 5-я задача	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда 18 задач прошли через BM_2

24) Система включает в себя устройства $T_1, T_2, T_3, BM_1, BM_2, BM_3, KMM, ВМБП$.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с BM_3
	Задачи, поступившие с BM_1
T_i	Задачи, поступившие из любых источников
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 151, n_1 = 21$	$t_1 = 152, \Delta t_1 = 31, n_1 = 46$
	$t_2 = 132, \Delta t_2 = 56$	$t_2 = 142, n_2 = 21$
	$t_3 = 170 \pm 24$	$t_3 = 203 \pm 52, n_3 = 31$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.3, T = 37 \\ P_2 = 0.6, T = 19 \\ P_3 = 0.1, T = 33 \end{cases}$	$T = 34 \pm 9$
T_2		$T = 32 \pm 4$
T_3		$T = 23 \pm 6$
BM_1	$T = 12 \pm 7$	$\begin{cases} P_1 = 0.25, T = 18 \\ P_2 = 0.75, T = 32 \end{cases}$
BM_2	$T = 24 \pm 4$	
BM_3	$T = 16 \pm 2$	
ВМБП	$T = 43 \pm 12$	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 35 \\ P_2 = 0.3, T = 40 \end{cases}$
КММ	$tk_i = \begin{cases} P_1 = 0.8, tk_i = 3 \\ P_2 = 0.2, tk_i = 2 \end{cases}$	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.7, tk_1 = 2 \\ P_2 = 0.3, tk_1 = 1 \end{cases}$
		$tk_2 = 4$
		$tk_3 = 3$
Условия окончания обслуживания задач	Задачи, поступающие на BM_i , уничтожаются без обработки, если очередь к BM_i уже содержит хотя бы одну задачу	Максимально возможная длина очереди к ВМБП равна 3. КММ отбрасывает (уничтожает) задачи, приходящие с BM_i , если очередь на ВМБП максимальной длины
Условие окончания моделирования	Время: 12500 тактов	Количество обработанных на КММ задач достигло 620
Определить	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда систему покинет 4-я задача	Количество задач, обработанных и уничтоженных на ВМБП: всего и поступивших с каждого из BM_i в отдельности

25) Система включает в себя устройства T_1 , T_2 , T_3 , BM_1 , BM_2 , BM_3 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_1 и BM_3
	Задачи, поступившие с BM_2
T_i	Задачи, поступившие из любых источников
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 110, \Delta t_1 = 145, n_1 = 17$	$t_1 = 110, \Delta t_1 = 95, n_1 = 32$
	$t_2 = 131 \pm 32, n_2 = 30$	$t_2 = 129, \Delta t_2 = 44$
	$t_3 = 157 \pm 30$	$t_3 = 168 \pm 27$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.3, T = 40 \\ P_2 = 0.5, T = 43 \\ P_3 = 0.2, T = 27 \end{cases}$	$T = 43 \pm 14$
T_2		$T = 52 \pm 13$
T_3		$T = 37 \pm 21$
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.65, T = 36 \\ P_2 = 0.35, T = 24 \end{cases}$	$T = 21 \pm 4$
BM_2		$T = 27 \pm 3$
BM_3		$T = 16 \pm 4$
ВМБП	$\begin{cases} P_1 = 0.45, T = 36 \\ P_2 = 0.55, T = 19 \end{cases}$	$T = 47 \pm 6$
КММ	$tk_1 = 2$	$tk_1 = 2$
	$tk_2 = 4$	$tk_2 = 4$
	$tk_3 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_3 = 1 \\ P_2 = 0.5, tk_3 = 3 \\ P_3 = 0.4, tk_3 = 4 \end{cases}$	$tk_3 = 1$
Условия окончания обслуживания задач	Задачи, поступающие на BM_1 , уничтожаются, если на BM_1 уже обработано 38 задач	После обработки на T_i уничтожается каждая 10-я задача
Условие окончания моделирования	Время: 13500 тактов	Количество обработанных на ВМБП задач достигло 280
Определить	Количество задач, обработанных на каждом из T_i на момент, когда систему покинет первая задача	Количество уничтоженных задач: всего и поступивших с каждого из BM_i в отдельности

26) Система включает в себя устройства $T_1, T_2, T_3, BM_1, BM_2, BM_3, KMM, VMБП$.

Порядок обработки задач:

KMM	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи, поступившие с BM_3
	Задачи первого типа, поступившие с $VMБП$
	Задачи третьего типа, поступившие с $VMБП$
	Задачи второго типа, поступившие с $VMБП$
T_i	Задачи любого типа, поступившие с $VMБП$
	Задачи, поступившие с BM_i
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 92, \Delta t_1 = 102, n_1 = 41$	$t_1 = 109, \Delta t_1 = 91, n_1 = 33$
	$t_2 = 152, n_2 = 28$	$t_2 = 125 \pm 15, n_2 = 22$
	$t_3 = 190 \pm 22$	$t_3 = 130 \pm 12, n_3 = 32$
T_1	$T = 30 \pm 12$	$\begin{cases} P_1 = 0.6, T = 19 \\ P_2 = 0.3, T = 27 \\ P_3 = 0.1, T = 30 \end{cases}$
T_2	$T = 27 \pm 14$	
T_3	$T = 32 \pm 17$	
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.15, T = 18 \\ P_2 = 0.85, T = 29 \end{cases}$	$\begin{cases} P_1 = 0.3, T = 11 \\ P_2 = 0.7, T = 20 \end{cases}$
BM_2		
BM_3		
$VMБП$	$T = 38 \pm 12$	$\begin{cases} P_1 = 0.8, T = 30 \\ P_2 = 0.2, T = 22 \end{cases}$
KMM	$tk_1 = 2$	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_1 = 1 \\ P_2 = 0.1, tk_1 = 2 \\ P_3 = 0.8, tk_1 = 3 \end{cases}$
	$tk_2 = 1$	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.35, tk_2 = 2 \\ P_2 = 0.65, tk_2 = 3 \end{cases}$
	$tk_3 = 4$	$tk_3 = 4$
Условия окончания обслуживания задач	Максимально возможная длина очереди к $VMБП$ равна 2. KMM отбрасывает (уничтожает) задачи, приходящие с BM_i , если очередь на $VMБП$ максимальной длины	Каждая 13-я задача, поступающая на T_i , уничтожается до обслуживания на T_i
Условие окончания моделирования	Время: 15500 тактов	Количество обработанных на KMM задач достигло 530
Определить	Количество обработанных и уничтоженных задач для каждого T_i	Количество задач каждого типа, прекративших обслуживание

27) Система включает в себя устройства $T_1, T_2, T_3, VM_1, VM_2, VM_3, KMM, VMБП$.

Порядок обработки задач:

KMM	Задачи, поступившие с VM_2
	Задачи второго типа, поступившие с $VMБП$
	Задачи, поступившие с VM_1
	Задачи первого типа, поступившие с $VMБП$
	Задачи, поступившие с VM_3
	Задачи третьего типа, поступившие с $VMБП$
T_i	Задачи, поступившие с VM_i
	Задачи любого типа, поступившие с $VMБП$
VM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 121, n_1 = 42$	$t_1 = 133 \pm 12$
	$t_2 = 217 \pm 14$	$t_2 = 138 \pm 54, n_2 = 30$
	$t_3 = 154, n_3 = 20$	$t_3 = 98 \pm 14, n_3 = 41$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.1, T = 50 \\ P_2 = 0.3, T = 42 \\ P_3 = 0.6, T = 37 \end{cases}$	$\begin{cases} P_1 = 0.25, T = 60 \\ P_2 = 0.75, T = 38 \end{cases}$
T_2		
T_3		
VM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.75, T = 14 \\ P_2 = 0.25, T = 29 \end{cases}$	$T = 19 \pm 6$
VM_2		$T = 22 \pm 4$
VM_3		$T = 31 \pm 5$
$VMБП$	$\begin{cases} P_1 = 0.3, T = 31 \\ P_2 = 0.7, T = 24 \end{cases}$	$T = 43 \pm 8$
KMM	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.6, tk_1 = 2 \\ P_2 = 0.4, tk_1 = 3 \end{cases}$	$tk_1 = 1$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.25, tk_2 = 1 \\ P_2 = 0.75, tk_2 = 4 \end{cases}$	$tk_2 = 4$
	$tk_3 = 3$	$tk_3 = 3$
Условия окончания обслуживания задач	Каждая 14-я задача после обработки на $VMБП$ покидает систему	Максимально возможная длина очереди к $VMБП$ равна 1. KMM отбрасывает (уничтожает) задачи, приходящие с VM_i , если очередь на $VMБП$ максимальной длины
Условие окончания моделирования	Время: 12500 тактов	Суммарное количество обработанных на VM_1 и VM_3 задач достигло 430
Определить	Количество обработанных и уничтоженных задач для каждого T_i	Количество задач, обработанных на $VMБП$: всего и поступивших с каждого из VM_i в отдельности

28) Система включает в себя устройства T_1 , T_2 , T_3 , BM_1 , BM_2 , BM_3 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи, поступившие с BM_3
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 110 \pm 18$	$t_1 = 155, \Delta t_1 = 65, n_1 = 46$
	$t_2 = 188 \pm 48, n_2 = 29$	$t_2 = 115, \Delta t_2 = 142, n_2 = 24$
	$t_3 = 105 \pm 25, n_3 = 58$	$t_3 = 225 \pm 10$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 42 \\ P_2 = 0.4, T = 48 \\ P_3 = 0.4, T = 34 \end{cases}$	$T = 32 \pm 14$
T_2		$T = 44 \pm 8$
T_3		$T = 21 \pm 7$
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 30 \\ P_2 = 0.3, T = 23 \end{cases}$	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 20 \\ P_2 = 0.8, T = 25 \end{cases}$
BM_2		
BM_3		
ВМБП	$\begin{cases} P_1 = 0.35, T = 30 \\ P_2 = 0.65, T = 45 \end{cases}$	$T = 57 \pm 4$
КММ	$tk_1 = 2$	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_1 = 4 \\ P_2 = 0.7, tk_1 = 1 \\ P_3 = 0.2, tk_1 = 2 \end{cases}$
	$tk_2 = 4$	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.6, tk_2 = 2 \\ P_2 = 0.4, tk_2 = 3 \end{cases}$
	$tk_3 = 3$	$tk_3 = 1$
Условия окончания обслуживания задач	Каждая 13-я задача, поступающая на T_i , уничтожается до обслуживания на T_i	Систему покидает: - каждая 6-я задача, поступившая на T_1 с ВМБП; - каждая 4-я задача, поступившая на T_2 с ВМБП; - каждая 5-я задача, поступившая на T_3 с ВМБП; (до обработки на T_i)
Условие окончания моделирования	Время: 11500 тактов	Количество обработанных на BM_2 задач достигло 100
Определить	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда 18 задач прошли через BM_2	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда систему покинет 1-я задача

29) Система включает в себя устройства T_1 , T_2 , T_3 , BM_1 , BM_2 , BM_3 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_1 и BM_2
	Задачи, поступившие с BM_3
T_i	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_i
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

	Вариант а)	Вариант б)
Поступление задач в систему	$t_1 = 108, \Delta t_1 = 82, n_1 = 41$	$t_1 = 150 \pm 22, n_1 = 31$
	$t_2 = 110, \Delta t_2 = 55$	$t_2 = 112, \Delta t_2 = 35$
	$t_3 = 114 \pm 54, n_3 = 51$	$t_3 = 119 \pm 61, n_3 = 55$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.1, T = 45 \\ P_2 = 0.3, T = 41 \\ P_3 = 0.6, T = 31 \end{cases}$	$T = 51 \pm 10$
T_2		$T = 34 \pm 9$
T_3		$T = 40 \pm 12$
BM_1	$T = 29 \pm 10$	$T = 28 \pm 3$
BM_2	$T = 64 \pm 6$	$T = 25 \pm 4$
BM_3	$T = 58 \pm 4$	$T = 27 \pm 4$
ВМБП	$T = 35 \pm 8$	$\begin{cases} P_1 = 0.15, T = 49 \\ P_2 = 0.85, T = 22 \end{cases}$
КММ	$tk_1 = 1$	$tk_1 = 4$
	$tk_2 = 2$	$\begin{cases} P_1 = 0.7, tk_2 = 2 \\ P_2 = 0.3, tk_2 = 3 \end{cases}$
	$tk_3 = 3$	
Условия окончания обслуживания задач	Максимально возможная длина очереди к каждому T_i равна 5. Задача уничтожается до обработки на T_i , если очередь к T_i максимальной длины	Каждая 11-я задача после обработки на ВМБП покидает систему
Условие окончания моделирования	Время: 13500 тактов	Суммарное количество обработанных на BM_1 , BM_2 и BM_3 задач достигло 400
Определить	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда систему покинет первая задача	Количество задач, обработанных на каждом из T_i на момент, когда систему покинет 5-я задача

II. Задания с одним и более терминалами на каждом ВМ.

1) Система включает в себя устройства T_{11} , T_{12} , T_2 , BM_1 , BM_2 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_2 , и задачи второго типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_1 , и задачи первого типа, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

Поступление задач в систему	$t_{11} = 100 \pm 30, n_{11} = 56$
	$t_{12} = 195 \pm 15$
	$t_2 = 150$
T_{11}	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 30 \\ P_2 = 0.2, T = 20 \\ P_3 = 0.1, T = 35 \end{cases}$
T_{12}	
T_2	
BM_1	$T = 20 \pm 2$
BM_2	$T = 28 \pm 4$
ВМБП	$T = 35 \pm 10$
КММ	$tk_1 = 1$
	$tk_2 = 2$
Условия окончания обслуживания задач	Максимально возможная длина очереди к каждому T_i равна 2. Задача уничтожается до обработки на T_i , если очередь к T_i максимальной длины.
Условие окончания моделирования	Время: 14000 тактов
Определить	Количество обработанных и уничтоженных задач для каждого T_i

2) Система включает в себя устройства T_1 , T_{21} , T_{22} , BM_1 , BM_2 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи второго типа, поступившие с ВМБП
	Задачи первого типа, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_i
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

Поступление задач в систему	$t_1 = 120 \pm 50, n_1 = 32$
	$t_{21} = 150, n_{21} = 23$
	$t_{22} = 100, \Delta t_{22} = 140, n_{22} = 18$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.6, T = 40 \\ P_2 = 0.4, T = 35 \end{cases}$
T_{21}	
T_{22}	
BM_1	$T = 22 \pm 7$
BM_2	$T = 27 \pm 5$
ВМБП	$\begin{cases} P_1 = 0.5, T = 45 \\ P_2 = 0.5, T = 40 \end{cases}$
КММ	$tk_1 = 1$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.9, tk_2 = 2 \end{cases}$
Условия окончания обслуживания задач	Каждая 15-я задача, поступающая на T_i , уничтожается после обслуживания на T_i
Условие окончания моделирования	Время: 14000 тактов
Определить	Количество задач, обработанных на каждом из T_i на момент, когда систему покинет 3-я задача

3) Система включает в себя устройства T_{11} , T_{12} , T_2 , BM_1 , BM_2 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи первого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи второго типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_2
T_i	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

Поступление задач в систему	$t_{11} = 100, \Delta t_{11} = 42$
	$t_{12} = 195 \pm 20$
	$t_2 = 200, n_2 = 20$
T_{11}	$T = 33 \pm 15$
T_{12}	$T = 24 \pm 10$
T_2	$T = 39 \pm 12$
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.3, T = 25 \\ P_2 = 0.7, T = 32 \end{cases}$
BM_2	
ВМБП	$T = 32 \pm 7$
КММ	$tk_1 = 1$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.9, tk_2 = 4 \end{cases}$
Условия окончания обслуживания задач	Каждая 18-я задача, поступающая на T_i , уничтожается до обслуживания на T_i
Условие окончания моделирования	Время: 14000 тактов
Определить	Количество задач, обработанных на каждом из T_i на момент, когда систему покинет первая задача

4) Система включает в себя устройства T_1 , T_{21} , T_{22} , BM_1 , BM_2 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи первого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи второго типа, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_i
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

Поступление задач в систему	$t_1 = 93, \Delta t_1 = 120, n_1 = 50$
	$t_{21} = 110 \pm 10, n_{21} = 32$
	$t_{22} = 145 \pm 18, n_{22} = 20$
T_1	$T = 30 \pm 10$
T_{21}	$T = 35 \pm 12$
T_{22}	$T = 27 \pm 5$
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 17 \\ P_2 = 0.8, T = 30 \end{cases}$
BM_2	
ВМБП	$T = 45 \pm 10$
КММ	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.3, tk_1 = 4 \\ P_2 = 0.7, tk_1 = 2 \end{cases}$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.4, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.6, tk_2 = 1 \end{cases}$
Условия окончания обслуживания задач	Задачи, поступающие на BM_i , уничтожаются без обработки, если очередь к BM_i уже содержит хотя бы одну задачу
Условие окончания моделирования	Время: 14000 тактов
Определить	Количество задач, обработанных на ВМБП: всего и поступивших с каждого из BM_i в отдельности

5) Система включает в себя устройства T_{11} , T_{12} , T_2 , BM_1 , BM_2 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи первого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи второго типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_2
T_i	Задачи, поступившие из любых источников
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

Поступление задач в систему	$t_{11} = 160 \pm 55$
	$t_{12} = 110 \pm 60, n_{12} = 45$
	$t_2 = 180, \Delta t_2 = 200$
T_{11}	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 35 \\ P_2 = 0.1, T = 20 \\ P_3 = 0.2, T = 30 \end{cases}$
T_{12}	
T_2	
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 20 \\ P_2 = 0.8, T = 25 \end{cases}$
BM_2	
ВМБП	$T = 55 \pm 8$
КММ	$tk_1 = 4$
	$tk_2 = 3$
Условия окончания обслуживания задач	Максимально возможная длина очереди к ВМБП равна 2. Если очередь на ВМБП максимальной длины, задача уничтожается без обслуживания на ВМБП
Условие окончания моделирования	Время: 11000 тактов
Определить	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда систему покинет 1-я задача

б) Система включает в себя устройства T_1 , T_{21} , T_{22} , BM_1 , BM_2 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с BM_1
T_i	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

Поступление задач в систему	$t_1 = 120 \pm 5, n_1 = 57$
	$t_{21} = 200, n_{21} = 18$
	$t_{22} = 90 \pm 15, n_{22} = 45$
T_1	$T = 30 \pm 10$
T_{21}	$T = 33 \pm 5$
T_{22}	$T = 35 \pm 12$
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.1, T = 16 \\ P_2 = 0.7, T = 25 \\ P_3 = 0.2, T = 30 \end{cases}$
BM_2	
ВМБП	$T = 40 \pm 5$
КММ	$tk_1 = 2$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.2, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.8, tk_2 = 1 \end{cases}$
Условия окончания обслуживания задач	Систему покидает: - каждая 5-я задача, поступившая на T_1 с ВМБП; - каждая 4-я задача, поступившая на T_{21} с ВМБП; - каждая 3-я задача, поступившая на T_{22} с ВМБП; (до обработки на T_i)
Условие окончания моделирования	Время: 12000 тактов
Определить	Количество задач каждого типа, обработанных и прекративших обслуживание для каждого из T_i

7) Система включает в себя устройства T_{11} , T_{12} , T_2 , BM_1 , BM_2 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи второго типа, поступившие с ВМБП
	Задачи первого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_i
T_i	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_i
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

Поступление задач в систему	$t_{11} = 124, n_{11} = 40$
	$t_{12} = 220 \pm 10$
	$t_2 = 160, n_2 = 23$
T_{11}	$T = 17 \pm 5$
T_{12}	$T = 21 \pm 7$
T_2	$T = 30 \pm 10$
BM_1	$T = 13 \pm 6$
BM_2	$T = 23 \pm 5$
ВМБП	$\{P_1 = 0.3, T = 45$ $\{P_2 = 0.7, T = 30$
КММ	$tk_1 = 3$
	$tk_2 = 1$
Условия окончания обслуживания задач	Максимально возможная длина очереди к каждому T_i равна 3. Задача уничтожается до обработки на T_i , если очередь к T_i максимальной длины.
Условие окончания моделирования	Время: 13000 тактов
Определить	Количество обработанных и уничтоженных задач для каждого T_i

8) Система включает в себя устройства T_1 , T_{21} , T_{22} , BM_1 , BM_2 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с BM_1
T_i	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_i
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

Поступление задач в систему	$t_1 = 100, \Delta t_1 = 150, n_1 = 16$
	$t_{21} = 125 \pm 30, n_{21} = 30$
	$t_{22} = 160 \pm 30$
T_1	$T = 26 \pm 14$
T_{21}	$T = 35 \pm 10$
T_{22}	$T = 39 \pm 12$
BM_1	$T = 22 \pm 7$
BM_2	$T = 27 \pm 5$
ВМБП	$\begin{cases} P_1 = 0.3, T = 30 \\ P_2 = 0.7, T = 50 \end{cases}$
КММ	$tk_1 = 2$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.1, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.9, tk_2 = 4 \end{cases}$
Условия окончания обслуживания задач	Максимально возможная длина очереди к каждому T_i равна 4. Задача уничтожается до обработки на T_i , если очередь к T_i максимальной длины
Условие окончания моделирования	Время: 15000 тактов
Определить	Количество обработанных и уничтоженных задач для каждого T_i

9) Система включает в себя устройства T_{11} , T_{12} , T_2 , BM_1 , BM_2 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи второго типа, поступившие с ВМБП
	Задачи первого типа, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

Поступление задач в систему	$t_{11} = 110, \Delta t_{11} = 80, n_{11} = 45$
	$t_{12} = 120, \Delta t_{12} = 50$
	$t_2 = 100 \pm 50, n_2 = 55$
T_{11}	$T = 54 \pm 9$
T_{12}	$T = 33 \pm 7$
T_2	$T = 35 \pm 9$
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.55, T = 35 \\ P_2 = 0.45, T = 23 \end{cases}$
BM_2	
ВМБП	$\begin{cases} P_1 = 0.75, T = 30 \\ P_2 = 0.25, T = 35 \end{cases}$
КММ	$tk_i = \begin{cases} P_1 = 0.6, tk_i = 2 \\ P_2 = 0.4, tk_i = 1 \end{cases}$
Условия окончания обслуживания задач	Каждая 12-я задача после обработки на ВМБП покидает систему
Условие окончания моделирования	Время: 13000 тактов
Определить	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда 20 задач прошли через BM_2

10) Система включает в себя устройства T_1 , T_{21} , T_{22} , BM_1 , BM_2 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с BM_1
T_i	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

Поступление задач в систему	$t_1 = 155, n_1 = 22$
	$t_{21} = 135, \Delta t_{21} = 50$
	$t_{22} = 175 \pm 25$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 47 \\ P_2 = 0.4, T = 38 \\ P_3 = 0.4, T = 41 \end{cases}$
T_{21}	
T_{22}	
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.1, T = 20 \\ P_2 = 0.9, T = 30 \end{cases}$
BM_2	
ВМБП	$T = 45 \pm 11$
КММ	$tk_1 = \begin{cases} P_1 = 0.6, tk_1 = 4 \\ P_2 = 0.4, tk_1 = 1 \end{cases}$
	$tk_2 = \begin{cases} P_1 = 0.25, tk_2 = 3 \\ P_2 = 0.75, tk_2 = 1 \end{cases}$
Условия окончания обслуживания задач	Систему покидает: - каждая 3-я задача, поступившая на T_1 с ВМБП; - каждая 4-я задача, поступившая на T_2 с ВМБП; - каждая 2-я задача, поступившая на T_3 с ВМБП; (до обработки на T_i)
Условие окончания моделирования	Время: 11000 тактов
Определить	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда систему покинет первая задача

11) Система включает в себя устройства T_{11} , T_{12} , T_2 , BM_1 , BM_2 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_1 , и задачи первого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_2 , и задачи второго типа, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи, поступившие из любых источников
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

Поступление задач в систему	$t_{11} = 165 \pm 25$
	$t_{12} = 110, \Delta t_{12} = 90, n_{12} = 35$
	$t_2 = 100, n_2 = 39$
T_{11}	$\begin{cases} P_1 = 0.1, T = 53 \\ P_2 = 0.7, T = 27 \\ P_3 = 0.2, T = 39 \end{cases}$
T_{12}	
T_2	
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 10 \\ P_2 = 0.3, T = 25 \end{cases}$
BM_2	
ВМБП	$T = 45 \pm 10$
КММ	$tk_1 = 1$
	$tk_2 = 2$
Условия окончания обслуживания задач	Максимально возможная длина очереди к ВМБП равна 2. Если очередь на ВМБП максимальной длины, задача уничтожается без обслуживания на ВМБП.
Условие окончания моделирования	Время: 12000 тактов
Определить	Количество задач, обработанных на каждом из T_i на момент, когда систему покинет 3-я задача

12) Система включает в себя устройства T_1 , T_{21} , T_{22} , BM_1 , BM_2 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с BM_1
T_i	Задачи, поступившие из любых источников
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

Поступление задач в систему	$t_1 = 151, n_1 = 21$
	$t_{21} = 132, \Delta t_{21} = 56$
	$t_{22} = 170 \pm 24$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.3, T = 37 \\ P_2 = 0.6, T = 19 \\ P_3 = 0.1, T = 33 \end{cases}$
T_{21}	
T_{22}	
BM_1	$T = 12 \pm 7$
BM_2	$T = 24 \pm 4$
ВМБП	$T = 43 \pm 12$
КММ	$tk_i = \begin{cases} P_1 = 0.8, tk_i = 3 \\ P_2 = 0.2, tk_i = 2 \end{cases}$
Условия окончания обслуживания задач	Задачи, поступающие на BM_i , уничтожаются без обработки, если очередь к BM_i уже содержит хотя бы одну задачу
Условие окончания моделирования	Время: 12500 тактов
Определить	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда систему покинет 4-я задача

13) Система включает в себя устройства T_{11} , T_{12} , T_2 , BM_1 , BM_2 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи первого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи второго типа, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
	Задачи, поступившие с BM_i
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

Поступление задач в систему	$t_{11} = 92, \Delta t_{11} = 102, n_{11} = 41$
	$t_{12} = 152, n_{12} = 28$
	$t_2 = 190 \pm 22$
T_{11}	$T = 30 \pm 12$
T_{12}	$T = 27 \pm 14$
T_2	$T = 32 \pm 17$
BM_1	$\{P_1 = 0.15, T = 18$ $\{P_2 = 0.85, T = 29$
BM_2	
ВМБП	$T = 38 \pm 12$
КММ	$tk_1 = 2$
	$tk_2 = 1$
Условия окончания обслуживания задач	Максимально возможная длина очереди к ВМБП равна 2. КММ отбрасывает (уничтожает) задачи, приходящие с BM_i , если очередь на ВМБП максимальной длины
Условие окончания моделирования	Время: 15500 тактов
Определить	Количество обработанных и уничтоженных задач для каждого T_i

14) Система включает в себя устройства T_1 , T_{21} , T_{22} , BM_1 , BM_2 , КММ, ВМБП.

Порядок обработки задач:

КММ	Задачи, поступившие с BM_2
	Задачи, поступившие с BM_1
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
T_i	Задачи, поступившие с BM_i
	Задачи любого типа, поступившие с ВМБП
BM_i	Задачи, поступившие из любых источников

Параметры модели:

Поступление задач в систему	$t_1 = 110 \pm 18$
	$t_{21} = 188 \pm 48, n_{21} = 29$
	$t_{22} = 105 \pm 25, n_{22} = 58$
T_1	$\begin{cases} P_1 = 0.2, T = 42 \\ P_2 = 0.4, T = 48 \\ P_3 = 0.4, T = 34 \end{cases}$
T_{21}	
T_{22}	
BM_1	$\begin{cases} P_1 = 0.7, T = 30 \\ P_2 = 0.3, T = 23 \end{cases}$
BM_2	
ВМБП	$\begin{cases} P_1 = 0.35, T = 30 \\ P_2 = 0.65, T = 45 \end{cases}$
КММ	$tk_1 = 2$
	$tk_2 = 4$
Условия окончания обслуживания задач	Каждая 13-я задача, поступающая на T_i , уничтожается до обслуживания на T_i
Условие окончания моделирования	Время: 11500 тактов
Определить	Количество задач, обработанных на ВМБП на момент, когда 18 задач прошли через BM_2

В разработке методических указаний по выполнению КП принимали участие студенты: Архинчеев С., Ефременко Е.

Список литературы.

1. О.М. Брехов, Г.А. Звонарева, А.В. Корнееенкова. Моделирование ЭВМ и систем: учебное пособие – М.: МАИ, 2017. – 324 с.
2. С.А. Орлов, Б.Я. Цилькер. Организация ЭВМ и систем: учебник для вузов – П.: «Питер», 2014. – 688 с.
3. Т. Дж. Шрайбер Моделирование на GPSS: учебное пособие – М.: Машиностроение, 1980. – 592 с.

Приложение А. Список стандартных числовых атрибутов языка GPSS.

Элемент	СЧА	Краткое определение
Блоки	N W	Счетчик входов Счетчик текущего содержимого
Время	CI	Значение относительного времени
Генераторы случайных чисел	RN	При использовании в качестве аргумента функции представляется шестизначной дробью в диапазоне от 0,000000 и 0,999999 включительно; в любом другом случае — целым трехзначным числом от 000 до 999 включительно
Матрицы сохраняемых величин	MX(a,b) MH(a,b)	Величина элемента, стоящего в строке <i>a</i> , столбце <i>b</i> ; матрица полусловная Величина элемента, стоящего в строке <i>a</i> , столбце <i>b</i> ; матрица полнословная
Многоканальные устройства	R S SA SC SR SM ST	Остающаяся емкость Текущее содержимое Среднее содержимое (округление до целого) Счетчик числа входов Коэффициент использования (в долях тысячи) Максимальное содержимое Среднее время задержки на единицу емкости (в долях тысячи)
Очереди	Q QA QC QM QT QX QZ	Текущее содержимое Среднее содержимое (округление до целого) Счетчик числа входов (общее число) Максимальное содержимое Среднее время пребывания (на основании QC) (округленное) Среднее время пребывания (на основании QZ) (округленное) Счетчик числа входов (нулевые входы)
Переменные	BV V	Значение булевской переменной Значение арифметической переменной
Приборы	F FC FR FT	Состояние прибора (1 — занят, 0 — свободен) Счетчик числа занятий Коэффициент использования (в долях тысячи) Среднее время задержки на одно занятие (округленное)
Сохраняемые величины	X XH	Значение полнословной сохраняемой величины Значение полусловной сохраняемой величины
Таблицы	TB TC TD	Средняя величина невзвешенных входов (округленно) Количество невзвешенных входов Стандартное отклонение невзвешенных входов (округленно)
Транзакты	P RP MI MP	Величина параметра Уровень приоритета Время пребывания в модели Время с момента входа в блок MARK
Функции	FN	Значение функции
Цепи пользователя	CA CC CH CM CT	Среднее содержимое (округленное до целого) Общее число входов Текущее содержимое Максимальное содержимое Среднее время пребывания в цепи на один вход (округленное до целого)