

**Приложение 1 к РПД Информационные технологии  
и имитационное моделирование  
Специальность- 21.05.04 Горное дело  
Специализация: №2 Подземная разработка рудных  
месторождений  
Форма обучения – заочная  
Год набора - 2018**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Специальность	21.05.04 Горное дело
3.	Специализация	№2 Подземная разработка рудных месторождений
4.	Дисциплина (модуль)	Информационные технологии имитационное моделирование
5.	Форма обучения	заочная
6.	Год набора	2018

**1. Методические рекомендации.**

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические занятия.

**1.1. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Семинарские занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам. В целях контроля подготовленности студентов и привития им навыков краткого письменного изложения

своих мыслей преподаватель в ходе семинарских занятий может осуществлять текущий контроль знаний в виде тестовых заданий.

Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

## **1.2. Методические рекомендации по работе с литературой.**

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта

информации может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам.
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, словоописания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

### **1.3. Методические рекомендации по подготовке к сдаче зачета**

Подготовка к зачету способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к зачету, обучающийся ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На зачете обучающийся демонстрирует то, что он приобрел в процессе изучения дисциплины.

В условиях применяемой в МАГУ балльно-рейтинговой системы подготовка к зачету включает в себя самостоятельную аудиторную работу обучающегося в течение всего периода изучения дисциплины и непосредственную подготовку в дни, предшествующие зачету по разделам и темам дисциплины.

При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать не только материалы лекций, а и рекомендованные преподавателем правовые акты, основную и дополнительную литературу.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

#### **1.4. Методические рекомендации к контрольной работе «Разработка имитационных моделей и проведение имитационных экспериментов»**

Контрольная работа – самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

***Цель выполняемой работы:***

- получить дополнительные знания;

***Основные задачи выполняемой работы:***

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;

2) выработка навыков самостоятельной работы;

Согласно учебному плану, студенты заочной формы обучения выполняют контрольные работы в сроки, установленные учебным графиком, она должна быть сдана не позднее, чем за две недели до сессии. Студент допускается к сдаче зачета при положительной аттестации контрольной работы.

Имитационное моделирование осуществляется путем проведения эксперимента на ЭВМ с разработанной моделью (программой) при многократном прогоне программы для заданного множества исходных данных. Результатом моделирования является множество показателей функционирования исследуемой системы.

Имитационные модели и исходные данные для моделирования имеют вероятностную природу. Моделирование вероятностных процессов основывается на методе статистических испытаний (так называемый метод Монте-Карло), но имитационные модели могут содержать и детерминированные элементы (расчеты по формулам, последовательность событий в модели и др.).

Имитационное моделирование является мощным инженерным методом исследования сложных систем, используемых в тех случаях, когда другие методы оказываются малоэффективными. Основным достоинством имитационного моделирования является универсальность подхода при моделировании систем любой степени сложности с заданной степенью детализации. Недостатками имитационного моделирования являются большое время моделирования и сложность построения адекватных имитационных моделей.

Имитационная модель представляет собой систему, отображающую структуру и функционирование исходного объекта в виде алгоритма, связывающего входные и выходные переменные, принятые в качестве характеристик исследуемого объекта.

Имитационные модели реализуются программно с использованием различных языков. Для удобства имитационного моделирования созданы специальные алгоритмические языки (системы моделирования), многие операторы которых по существу представляют собой обращения к соответствующим стандартным подпрограммам, реализующих разные этапы моделирования.

Одной из наиболее распространенных систем моделирования (и, соответственно, языков моделирования), специально предназначенных для построения имитационных моделей, является GPSS - GeneralPurposeSimulationSystem (моделирующая система общего назначения). Язык GPSS разработан фирмой IBM и входит в число наиболее распространенных языков программирования. Имеются трансляторы с языка GPSS для ЭВМ различных типов, в том числе для IBM-совместимых ПЭВМ.

**Функциональная структура GPSS/PC**

В состав GPSS входят следующие типы объектов:

- транзакты,
- блоки,
- списки,
- устройства памяти,
- логические ключи,

- очереди,
- таблицы,
- ячейки,
- функции,
- переменные.

Любую модель на языке GPSS можно представить в виде комбинации компонентов, взятых из числа названных объектов.

Модель имеет три уровня представления:

- верхний уровень, определяемый комбинацией основных функциональных объектов устройств памяти, ключей, очередей;
- средний уровень, представляемый схемой из типовых блоков, между которыми перемещаются транзакты;
- уровень физической реализации языка GPSS в виде программ и наборов данных, составляющих основу моделирующей системы.

**Блоки.** Разработчик конструирует модель из блоков, прибегая, как правило, к наглядной форме ее отображения в виде блок-схемы. Для удобства специфического представления модели каждый блок GPSS имеет принятое стандартное обозначение.

Построенная схема является одновременно программой на языке GPSS. Для ее ввода в ЭВМ необходимо последовательность блоков представить в виде списка операций, добавив к названиям блоков требуемые операнды. Каждый блок GPSS имеет входы и выходы, с помощью которых осуществляется их связь в модели. Существуют два особых блока: GENERATE, имеющий только выход, и TERMINATE, имеющий только вход. Через блок GENERATE транзакты вводятся в модель. Блок TERMINATE удаляет транзакты из модели.

Любую модель на языке GPSS можно представить в виде совокупности блоков (рис. 1).



Рис. 1 Общая структура GPSS-модели.

Ниже дано описание основных функциональных объектов GPSS.

**Транзакты.** Функционирование объекта отображается в модели в виде перемещения транзактов от блока GENERATE в блок TERMINATE через промежуточные блоки. Транзакты, или сообщения, являются абстрактными подвижными элементами, которые могут моделировать различные объекты реального мира: сообщения, программы, транспортные средства, людей, предметы и т.п. Перемещаясь между блоками модели транзакты вызывают (и испытывают) различные действия. Возможны их задержки в некоторых точках модели, изменения маршрутов и направлений движения, расщепление транзактов на несколько копий и т.п. С каждым транзактом связан упорядоченный набор данных. Он включает номер транзакта, номер блока в котором в данный момент находится транзакт, номер следующего блока, время перехода в следующий блок, приоритет характеризующий очередность обработки транзактов в определенных случаях, а также набор параметров с помощью которых каждому транзакту можно присвоить

числовые значения, выражающие желаемые свойства или характеристики моделируемых объектов- вес скорость, объем, цвет, время обработки и т.п.

Все объекты GPSS имеют числовые характеристики называемые стандартными числовыми атрибутами (СЧА). Транзакты имеют четыре СЧА:

$P_j$  - параметр с номером  $j$ ;

$M_j$  - время прохождения транзактом участка модели;

$MP_j$  - промежуточное время, записываемое в параметре  $P_j$ ,

$X_j$  - номер транзакта.

**Списки.** Списки относятся к элементам внутренней организации системы GPSS Они представляют собой структуры данных, в которых размещается полная информация о транзактах. С помощью списков обеспечивается внутренняя логика работы моделирующей системы.

Список будущих событий содержит транзакты, которые смогут начать движение в модели в будущие моменты времени. Это те транзакты, для которых моменты начала движения определены в блоках GENERATE и ADVANCE. В список текущих событий входят транзакты, которые должны перемещаться в модели в текущий момент модельного времени Если при этом транзакт входит в блок ADVANCE с ненулевым временем задержки, то он перемещается в список будущих событий.

Процесс движения транзактов в модели сопровождается просмотром содержимого списков, внесением в них изменений, а также перемещением транзактов из одного списка в другой. Транзакты, находящиеся в списке текущих событий, расположены в порядке убывания приоритетов. Когда транзакт вводится в список текущих событий, он становится последним среди транзактов, имеющих тот же приоритет. Процедура просмотра списка текущих событий выполняет три основных действия:

1. Изменение момента условного времени. При этом момент времени устанавливается равным наименьшему времени выхода из блока для транзактов, находящихся

В списке будущих событий Все транзакты, имеющие такое время выхода, переводятся из списка будущих событий в список текущих событий.

2. Последовательный просмотр транзактов от начала списка к его концу с целью определения возможностей движения транзактов в модели.

3. Попытка продвижения транзакта в последующие блоки. Если транзакт может войти в следующий блок, выполняется программа, соответствующая данному блоку. Если дальнейшее движение транзакта невозможно в силу тех или иных условий, процедура переходит к обработке следующего транзакта, и так до тех пор, пока дальнейшее продвижение любого транзакта станет невозможным. Тогда осуществляется изменение момента условного времени и процедура повторяется сначала.

**Устройства.** Устройства моделируют объекты, в которых может происходить обработка транзактов. Как правило, она связана с затратами времени. Особенность устройств состоит в том, что каждое из них в данный момент времени может быть занято лишь одним транзактом. В GPSS имеется возможность моделировать прерывания устройств. Существуют средства логической проверки состояния устройств. Каждое из действий с устройством отображается в модели определенным блоком. Захват и освобождение устройства моделируются соответственно блоками SEIZE и RELEASE.

**Память.** Память служит для моделирования объектов обладающих определенной емкостью. Память моделируется блоками ENTER и LEAVE. Входящий в блок ENTER транзакт занимает определенную часть памяти. При входе транзакта в блок LEAVE память освобождается.

**Логические ключи.** Для представления в модели коммутируемых объектов с двумя состояниями (ВКЛЮЧЕНО — ВЫКЛЮЧЕНО) используют логические ключи, моделируемые блоками LOGIC и GATE. При входе транзакта в блок LOGIC происходит

срабатывание соответствующего ключа. Ключ может быть включен, выключен или переключен.

**Очереди.** Транзакты в процессе движения могут задерживаться перед блоками, вход в которые в данных условиях невозможен. При поступлении транзактов на вход задерживающих блоков образуются очереди. Для сбора статистики об очередях в местах задержки ставят блоки QUEUE. Эти блоки являются средством регистрации очереди. При входе транзакта в блок QUEUE текущая длина очереди получает приращение. Уход из очереди отображается блоком DEPART.

**Таблицы.** Для сбора статистических данных и их представления используют таблицы. Занесение информации в таблицу осуществляется блоком TABULATE в момент входа очередного транзакта в этот блок.

**Ячейки.** Для записи и процессе моделирования текущих значений СЧА используют ячейки. Занесение информации в ячейку осуществляет блок SAVEVALUE. При входе транзакта в этот блок требуемое значение СЧА фиксируется в ячейке, номер которой определяется операндом блока SAVEVALUE. Изменение содержимого ячеек может осуществляться блоками SDECREMENT (вычитание) и SINCREMENT (суммирование).

**Функции и переменные.** Функции служат для отображения зависимостей между двумя СЧА В GPSS/PC имеются два типа функции непрерывные (C) и дискретные (D). Функцию задают набором пар точек. Непрерывная функция воспроизводится в виде ломаной кривой, отрезки которой соединяют соседние точечные значения. Дискретная функция имеет вид ступенчатой кривой.

**Форматы операторов GPSS/PC.** Операторы GPSS/PC имеют следующий формат:

Метка\_Операция\_Операнды\_;Комментарии

Знак "\_" указывает пробел, знак ";" объявляет начало поля комментариев. Метка, если она имеется, должна начинаться с первой колонки и содержать не более пяти алфавитно-цифровых символов начинающихся с буквы. Звездочка (\*) в первой колонке означает строку комментариев.

Поле операции содержит название блока или служебного оператора. Это поле может начинаться со второй колонки и должно быть отделено от метки пробелом. Длина поля операции - не менее четырех символов (начальные символы блоков или карт).

Поле операндов отделяют от поля операции пробелом. Между операндами должны стоять запятые. Карты описания таблиц функций переменных и памяти должны иметь в поле метки числа от 1 до 32 767 или предварительно определенный символ.

### **Описания форматов блоков служебных и управляющих операторов GPSS/PC, используемых при выполнении контрольного задания.**

1. ADVANCE (задержать транзакт).

Формат:

ADVANCE A, B

где A - среднее время задержки (константа, если B не задано),

B - разброс относительно среднего значения,  $B < A$ .

Блок ADVANCE моделирует временную задержку транзакта в течение определенного интервала. Значение задержки по умолчанию равно нулю. Если поле B не является функцией, то время задержки является случайной величиной, распределенной равномерно на интервале от (A+B) до (A-B). Если поле B является функцией, то время задержки определяется произведением поля A на значение функции в поле B. Функция может быть использована для задания времени задержки с определенным средним значением и отклонением, зависящим от A.

2. GENERATE (генерировать) — вводит транзакты в модель.

Формат:

GENERATE A, B, C D, E, F, G

где A - среднее значение интервала времени,  
B - разброс или модификатор среднего значения (по умолчанию 0),  
C - время появления первого транзакта,  
D - общее число генерируемых транзактов,  
E - уровень приоритета каждого транзакта (от 0 до 127, значение по умолчанию 0),  
F - число параметров (по умолчанию 12),  
G — тип параметра (F—полнословный, H—полусловный по умолчанию).

Вводит транзакты в модель, посылая их в следующий по порядку блок. Если в поле B не указана функция, то интервал между поступлением транзактов определяется случайной величиной, распределенной равномерно на интервале от (A+B) до (A—B). Если поле B является функцией, то этот интервал определяется произведением поля A на значение функции, заданной в поле B.

3. QUEUE (стать в очередь) - помещает транзакт в конец очереди.

Формат:

QUEUE A, B

где A - номер очереди (числовое или -символьное имя очереди),  
B - число добавляемых к очереди элементов (по умолчанию 1),

Увеличивает текущее содержимое очереди, указанной в поле A, на значение в поле B. Если поле B не определено, увеличивается содержимое очереди на единицу. Транзакт может находиться в двух различных очередях одновременно.

4. RELEASE (освободить) - освобождает устройство.

Формат:

RELEASE A

где A — номер устройства (числовое или символьное имя освобождаемого устройства).

Устройство, указанное в поле A, освобождается и становится доступным для других транзактов. Освободить устройство должен тот же трауракт, который его занимал.

5. SEIZE (занять) - занимает устройство.

Формат:

SEIZE A

где A — номер устройства.

Транзакт пытается занять устройство, определенное полем A. Если оно уже занято, транзакт задерживается в предыдущем блоке.

6. TERMINATE (завершить) — удаляет транзакт.

Формат:

TERMINATE A

где A — величина, вычитаемая из содержимого счетчика завершений (поле A управляющего оператора START)

Транзакт удаляется из модели и поступает в пассивный буфер. Если в поле A пробел, воздействия на счетчик завершений не происходит, в противном случае его значение уменьшается на величину, указанную в поле A.

7. START (начать) - начинает управление процессом моделирования.

Формат:

START A, B, C, D

где A - счетчик числа завершений,  
B - подавление вывода на печать (B=Np),  
C - промежуточный вывод статистики,  
D — распечатка списков.

Поле A определяет счетчик завершений при прогоне модели. При входе транзакта в блок TERMINATE с ненулевым значением поля A содержимое поля A блока TERMINATE вычитается из остаточного значения счетчика - поля A оператора START. Прогон завершается, когда значение счетчика достигает нуля. Указатель N в поле B отменяет вывод стандартного отчета GPSS. Величина, указанная в поле C, определяет число завершений, по достижении которого выдается промежуточный отчет. Таким образом можно получать статистические данные в определенных интервалах модели-

рования. Если поле D содержит 1, полученный отчет будет содержать списки текущих и будущих событий, а также списки пользователя.

### Работа с моделирующей системой на ПК

Для того чтобы попасть в среду GPSS/PC необходимо запустить командный файл GPSSPC.EXE. На экране монитора появится заставка, а затем по окончании загрузки системы будет подан звуковой сигнал, информирующий о готовности системы к работе.

Ввод команд осуществляется через командную строку. Необходимо помнить, что строки модели обязательно нужно нумеровать. При вводе операторов используется внутреннее табулирование, т.е. поля метки, операндов, параметров и комментариев зафиксированы в программе, перемещение к ним осуществляется нажатием клавиши (ENTER). Корректировку текста модели можно осуществлять двумя способами:

- заново набрать всю строку целиком присвоив ей тот же номер,
- набрать команду EDIT пом где пом - это номер редактируемой строки. После этого необходимая строка появится на экране монитора, и в нее можно внести необходимые изменения.

Для удаления строки используется команда DELETE пом, где пом — номер удаляемой строки.

Для сохранения набранного текста необходимо использовать команду SAVE имя.GPS. Для загрузки в память компьютера ранее введенной программы следует набрать @имя.GPS. Чтобы удостовериться в том, что текст загрузился, следует использовать команду DIS.

Система моделирования GPSS/PC имеет 6 интерактивных графических окон, каждое из которых позволяет просмотреть в режиме диалога специфический тип объекта GPSS. Каждый тип окна обновляется в режиме on-line и показывает состояние выполняемой модели. Любое графическое окно открывается нажатием клавиш или с помощью команды WINDOW. В поле A операндов можно задать следующие типы окон BLOCKS (блоки), MATRICES (матрицы), FACILITIES (устройства), POSITIONS (позиции), STORAGES (памяти), TABLES(таблицы).

Аналогично любое окно можно открыть при одновременном нажатии клавиши (Alt) и первой буквы типа окна.

**Окно устройств** показывает графическое изображение устройств GPSS в выполняемой модели. Одновременно в окне может изображаться до 4 устройств. Окно устройств идентифицируется словом FACILITIES в середине верхней строки экрана.

Каждое устройство представлено ячейкой информации. Каждая ячейка содержит:  
LABEL - имя или номер устройства,

UTILIZATION BAR - вертикальный прямоугольник изображающий коэффициент использования устройства с момента действия последнего оператора RESET,

QUEUE COUNT COLUMN - вертикальный столбец, изображающий число транзактов в списках устройства,

INFORMATION PEDESTAL - блок/который содержит следующую информацию:

UT - доля использования с момента действия последнего оператора RESET,

Q - число транзактов в списках задержки прерывания и ожидания,

AVAIL - индикатор доступности. Если поле высвечивается полностью, то устройство доступно

BUSY - индикатор занятости. Если поле высвечивается полностью, то устройство занято,

AVTIME — среднее время занятости транзактом устройства,

OWNER — номер транзакта, занимающего устройство.

Для обозначения степени занятости используют различные цвета. Обычно зеленый обозначает низкую частоту использования устройства (0...25%), белый (25...50%) и

коричневый (50...75%) — среднюю частоту использования, красный (75...100%) – высокую.

Аналогично с изменением числа транзактов в очереди изменяется цвет столбца счетчика очереди. Обычно зеленый соответствует наибольшему заполнению очереди (0...9) транзактов, белый (10...19) и коричневый (20...99) - средней степени заполнения очереди, красный (100 и более) - длинной очереди. Красный цвет используется, как правило, с целью привлечения внимания к наиболее загруженным блокам модели.

Для продвижения окна устройств к другому набору устройств в выполняемой модели можно воспользоваться клавишами листания страниц.

**Окно памяти** показывает графическое изображение объектов GPSS типа памяти в выполняемой модели. Одновременно в одном окне может быть представлено до четырех типов памяти. Окно памяти идентифицируется словом STORAGE в середине верхней строки окна.

**Окно таблиц** позволяет просмотреть процесс накопления данных в гистограммах. Оно графически изображает объекты GPSS в виде таблицы. На экране может быть видна только одна таблица. Если таблица не умещается на экране, то можно передвигать окно к любым частям таблицы. Окно таблиц идентифицируется словом TABLES в середине верхней строки окна.

**Микроокна.** Дополнительно к основным окнам можно открыть четыре микроокна, используя команду MICROWINDOW. Микроокно - это окно, которое показывает текущее значение стандартного числового атрибута и необязательный заголовок. Они видны на правой стороне каждого графического окна и обновляются при моделировании. Используя микроокна, можно посмотреть в них состояние указанных переменных независимо от того, какое основное графическое окно открыто. Микроокна крайне удобны для проверки параметров модели и наблюдения за их изменением.

### Порядок выполнения работы

Варианты задания практической части контрольной работы на имитационное моделирование приведены в табл. 1. В текст программы вместо букв необходимо вставить конкретные значения параметров A, B, C, D.

Таблица 1 Варианты задания контрольной работы на имитационное моделирование

Вариант	A	B	C	D
0	7	2	5	3
1	7	7	5	3
2	5	5	4	3
3	7	5	5	2
4	12	12	4	2
5	7	7	5	4
6	6	6	5	3
7	5	5	5	5
8	4	4	5	3
9	4	2	5	2

Текст исходной программы приведен на рис.2.

```
20 GENERATE A, B ; ПРИХОД СОСТАВА С РУДОЙ
30 QUEUE UNLOAD ; ВСТАТЬ В ОЧЕРЕДЬ НА РАЗГРУЗКУ
40 SEIZE UNLOAD ; ЗАНЯТЬ РАЗГРУЗКУ
50 DEPART UNLOAD ; ПОКИНУТЬ ОЧЕРЕДЬ НА РАЗГРУЗКУ
60 ADVANCE C,D ; ИДЕТ РАЗГРУЗКА СОСТАВА
70 RELEASE UNLOAD ; МЕСТО НА РАЗГРУЗКЕ ОСВОБОДИЛОСЬ
80 TERMINATE 1 ; РАЗГРУЖЕННЫЙ СОСТАВ УШЕЛ
```

Рис 2. Текст исходной программы практической части контрольной работы.

### Комментарий к тексту программы

20 Блок GENERATE генерирует транзакты, которые имитируют приход составов с рудой на обогатительную фабрику каждые  $(A \pm B)$  мин.

30 Блок QUEUE вместе с блоком DEPART в строке 50 собирает статистику о времени ожидания составов с рудой в очереди на разгрузку. Очередь носит имя UNLOAD.

40 Как только разгрузка становится доступной, в блок SEIZE входит один ожидающий транзакт. Это приводит к тому, что разгрузка становится занятой, тем самым предотвращается попадание большего числа транзактов в блок SEIZE.

50 Если транзакт вошел в блок SEIZE и занял устройство, имитирующее разгрузку, то он входит и в блок DEPART для того, чтобы собрать статистику о времени ожидания в очереди UNLOAD. Время ожидания и очереди не включает в себя времени разгрузки.

60 Блок ADVANCE задерживает транзакт на имитационное время, в течение которого разгружается один состав. Для разгрузки состава требуется  $(C \pm D)$  мин.

70 Блок RELEASE освобождает устройство, имитирующее разгрузку, при этом новый транзакт может завладеть ей при входе в блок SEIZE.

80 Блок TERMINATE удаляет транзакт из модели после того, как состав был разгружен.

### Этапы выполнения работы

1. Ознакомьтесь с методическими указаниями по выполнению имитационного моделирования.
2. Определите вариант задания по последней цифре зачетной книжки.
3. Загрузите ППП GPSS/PC.
4. Для проведения моделирования необходимо набрать текст программы, приведенный выше. В строке печатается номер, операнд и его параметры.

Например,

50 [SPACE] [SPACE] DEPART [SPACE] UNLOAD [ENTER]. Табуляция при вводе осуществляется с помощью клавиши пробела [SPACE]. Переход к новой строке осуществляется нажатием клавиши [ENTER].

5. По окончании ввода необходимо сохранить текст SAVE (имя файла).GPS.

6. Если вы хотите просмотреть текст введенной программы, используйте команду DIS.

7. Для начала моделирования необходимо набрать START 300 [ENTER].

Процесс моделирования прекращается, когда 300 транзактов пройдут через блок TERMINATE, что соответствует 300 составам с рудой, разгруженным на фабрике.

8. Система GPSS/PC позволяет упростить сбор данных, автоматически регистрируя свыше 50 переменных, которые описывают состояние объектов OPSS

Откройте окно графики, нажав одновременно клавиши [Alt+F].

Окно устройств позволяет посмотреть занятость разгрузки.

9. Теперь повторно выполните моделирование, наблюдая за поведением модели через окна графики.

Наберите команду

MI [SPACE] 1, QM\$UNLOAD ; MAXQ [ENTER].

Это позволит увидеть максимальную длину очереди составов с рудой, ожидающих разгрузки.

Для просмотра текущего числа клиентов, составов, ожидающих разгрузки, наберите команду MI [SPACE] 2, Q\$UNLOAD ;CURRENT [ENTER].

Для просмотра среднего времени ожидания составов в очереди разгрузки наберите команду MI [SPACE] 3, QT\$UNLOAD ;AVE TIME [ENTER].

10. Приведите систему в исходное состояние, набрав команды CLEAR [ENTER] и START 300 [ENTER].

11. На экране можно увидеть процесс моделирования до момента, пока 300 составов с рудой не были разгружены. Понаблюдайте за устройством GPSS, которое имитирует разгрузку. Для просмотра количества разгружаемых составов, степени занятости разгрузки нажмите [Alt+F].

12. Распечатайте содержание экрана [Alt+PrtSc].

13. Посмотрите, что произойдет, если составы будут разгружаться 7 мин. вместо С мин. Для этого введите команду EDIT 60. При этом в командной строке появится выражение 60 ADVANCE C,D. Воспользуйтесь режимом EDIT, чтобы изменить операнд со значения С на 7.

14. Прежде чем продолжить моделирование, убедитесь, что изменение проведено. Наберите команду DIS [ENTER] и убедитесь в модификации команды ADVANCE.

15. Вновь введите команды CLEAR и START 300. Дождитесь конца моделирования. Для просмотра количества разгруженных составов с рудой нажмите [Alt+F].

16. Распечатайте содержание экрана [Alt+PrtSc]. Заметьте, что максимальная длина очереди значительно больше, чем в предыдущем процессе моделирования. Также больше и среднее время ожидания в очереди. Следовательно, разгрузка, работающая в режиме с низкой пропускной способностью, может оказаться неприемлемой, даже если в среднем она может обслужить все приходящие составы.

17. Выход из системы GPSS/PC осуществляется с помощью команды END [ENTER]. Для подтверждения выхода необходимо нажать клавишу [SPACE].

#### **Отчет о выполненной работе должен содержать:**

1. Формулировку и исходные данные по заданному варианту работы.
2. Краткое описание используемых программных средств.
3. Текст (листинг) программы.
4. Распечатки экранов (2 шт.).
5. Обсуждение полученных результатов моделирования.

#### **1.6 Методические рекомендации по составлению опорного конспекта.**

Студентам необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте кафедры.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры. Студентам необходимо иметь полный конспект лекций, прочитанных в аудиторные часы и тем, теоретического материала, освоивших обучающимися самостоятельно.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к преподавателю на практических занятиях.

Основные требования к содержанию опорного конспекта: полнота (в нем должно быть отражено все содержание вопроса) и логически обоснованная последовательность изложения.

*Основные требования к форме записи опорного конспекта:*

- 1) Лаконичность.

Опорный конспект должен быть минимальным, чтобы его можно было воспроизвести за 6 – 8 минут. По объему он должен составлять примерно один полный лист.

- 2) Структурность.

Весь материал должен располагаться малыми логическими блоками, т.е. должен содержать несколько отдельных пунктов, обозначенных номерами или строчными пробелами.

3) Акцентирование.

Для лучшего запоминания основного смысла опорного конспекта, главную идею выделяют рамками различных цветов, различным шрифтом, различным расположением слов (по вертикали, по диагонали).

4) Унификация.

При составлении опорного конспекта используются определённые аббревиатуры и условные знаки, часто повторяющиеся в курсе данного предмета.

5) Оригинальность.

Опорный конспект должен быть оригинален по форме, структуре, графическому исполнению, благодаря чему, он лучше сохраняется в памяти. Он должен быть наглядным и понятным.

6) Взаимосвязь.

Текст опорного конспекта должен быть взаимосвязан с текстом учебника, что также влияет на усвоение материала.

## 2. Планы практических занятий

### Занятие 1. Информационные ресурсы и информационные технологии хранения данных

**План:**

1. Методический подход к разработке баз технологических данных с использованием реляционных СУБД.
2. Запросы и актуализация баз данных с использованием языка SQL.
3. Геоинформационные базы данных, особенности запросов к ним.
4. Геоинформационные системы, особенности запросов к ним.
5. Определение пространственно-геометрического положения объектов в ГИС.
6. Опрос на понимание терминов.

*Литература:* [2,6]

*Вопросы для самоконтроля*

1. Модели представления данных.
2. Области применения распределенных баз данных.
3. Области применения ГИС.

*Задания для самостоятельной работы:*

Создать запрос о вариантах реагентной подготовки, обеспечивающих максимальное извлечение меди в пенный продукт при флотации.

Создать запрос на определение пространственно-геометрического положения объектов в ГИС.

### Занятие 2. Технологии и методы обработки производственных данных

**План:**

1. Методика решения технологических задач в обогащении руд с использованием электронных таблиц.
2. Методика решения задач проектирования в обогащении руд с использованием автоматизированных систем обработки данных.
3. Опрос на понимание терминов.

*Литература:* [1,7]

*Вопросы для самоконтроля*

1. Инструменты электронных таблиц для поиска решения.
2. Расчетные возможности систем автоматизированного проектирования.

*Задания для самостоятельной работы:*

Решение десяти расчетных задач с использованием электронных таблиц.

**Занятие 3. Интеллектуальные информационные технологии и системы обработки производственной информации.**

**План:**

1. Методические подходы к обработке данных с применением искусственных нейронных сетей.
2. Работа с аналитической платформой Deductor.
3. Обучение производственным данным и представлению результатов обучения ИНС прямого распространения.
4. Настройка самообучающейся искусственной нейронной сети производственным данным и представлению результатов.
5. Опрос на понимание терминов.

*Литература:* [7]

*Вопросы для самоконтроля*

1. Способы (парадигмы) обучения искусственных нейронных сетей.
2. Виды искусственных нейронных сетей.

*Задания для самостоятельной работы:*

Разработать модель «ЧТО..., ЕСЛИ...» для прогнозирования результатов флотационного обогащения медной руды по экспериментальным данным.

**Занятие 4. Построение имитационных моделей сложных систем в обогащении полезных ископаемых**

**План:**

1. Методический подход к разработке имитационных моделей технологических процессов.
2. Работа с системой имитационного моделирования.
3. Методический подход к обработке и представлению результатов имитационного моделирования.
4. Опрос на понимание терминов.

*Литература:* [4, 5,8]

*Вопросы для самоконтроля*

5. Способы описания имитационных моделей.
6. Виды систем имитационного моделирования.

*Задания для самостоятельной работы:*

Разработать модель разгрузки составов на фабрике дробления, выполнить имитационный эксперимент, обработать и представить результаты.