

**ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ СВЯЗИ**

**31кафедра**

**Утверждаю  
ВРИО начальника 31 кафедры  
полковник**

**А. Ренсков  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года**

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ  
по учебной дисциплине «Компьютерное моделирование»  
(ДСЗ-06-01)**

**Тема № 1. Сущность имитационного моделирования**

**Занятие № 1.3. Имитационное моделирование**

**Обсуждена на заседании  
предметно-методической комиссии № 4  
Протокол № \_\_\_\_ от  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года**

**Санкт-Петербург 2014**

## I. Учебные цели

Закрепить знания имитационного моделирования на примере задач.

## II. Воспитательные цели

Развивать алгоритмичность мышления. Стимулировать самостоятельность в принятии решений, активность в обсуждении вопросов, критичность в оценке решений – своих и товарищей.

## III. Расчет учебного времени

Содержание и порядок проведения занятия	Время, мин
Вступительная часть	5
Основная часть	80
Учебные вопросы:	
1. Алгоритм имитационной модели нанесения удара	40
2. Алгоритм имитационной модели встречи транспортов	40
Заключительная часть	5

## IV. Учебно-материальное обеспечение

### V. Методические рекомендации преподавателю по подготовке и проведению практического занятия

**При подготовке к занятию** напомнить курсантам о необходимости иметь на занятии учебное пособие [1].

**Во вступительной части занятия** принять доклад дежурного, проверить наличие курсантов – фактическое и по журналу. Проверить подготовку к занятию. Если оказались трудности при подготовке, разрешить их самому, но предпочтительнее поручить это хорошо подготовленному курсанту сейчас или в ходе занятия.

Объявить тему, учебные цель и вопросы занятия.

#### 1. Алгоритм имитационной модели нанесения удара

**Вопрос.** Что такое имитационное моделирование?

**Ож. ответ.** Имитационная модель представляет собой программу, реализованную на компьютере, описывающую (моделирующую) функционирование элементов моделируемой системы, их связи между собой и внешней средой.

**Вопрос.** Чем отличается имитационное моделирование от аналитического?

**Ож. ответ.** В случае аналитического моделирования ЭВМ является мощным калькулятором, арифмометром. Аналитическая модель *решается* на ЭВМ.

В случае же имитационного моделирования имитационная модель — программа — реализуется на ЭВМ.

**Вопрос.** Сформулируйте постановку задачи на разработку имитационной модели нанесения одиночного ракетного удара.

**Ож. ответ.** [1], с. 26.

**Вопрос.** Доложите решение поставленной задачи.

При ответе на этот вопрос преподаватель при необходимости показывает слайд, иллюстрирующий графически решение задачи (рис. 2.1 [1], слайд 8). У курсантов этот рис. есть в конспектах.

**Ож. ответ.** [1], с. 26 - 27.

**Вопрос.** Доложите, как выполняется непосредственно моделирование для решения поставленной задачи.

**Ож. ответ.** [1], с. 27-28.

**Преподаватель.** Мы рассмотрели алгоритм нанесения одиночного ракетного удара, описав его словесно, т.е., как ещё говорят, на вербальном уровне. Поскольку имитационная стохастическая модель может быть реализована только на компьютере, рассмотрим необходимую для этого схему её алгоритма.

Далее нужно перейти к обсуждению алгоритма. Целесообразно задать следующие вопросы, оценивая ответы на них.

**Вопрос.** Какие исходные данные и другие переменные необходимы для моделирования?

**Ож. ответ.** Для моделирования нужно ввести количество прогонов модели  $N_0 = N_0$ , математические ожидания рассеивания  $M[X] = MX = 0$ ,  $M[Y] = MY = 0$ , средние квадратические отклонения, например,  $\sigma_x = \sigma_x$ ,  $\sigma_y = \sigma_y$  рассеивания пусков ракеты,  $R$  – радиус поражения ракеты. Нужны также переменные:  $N$  – для счёта текущего числа прогонов модели,  $r$ ,  $x$ ,  $y$  – для записи и хранения результатов промежуточных вычислений,  $M$  – для записи и хранения количества поражений объекта,  $P$  – для записи и вывода результата моделирования – вероятности поражения объекта.

Преподаватель показывает слайд со схемой алгоритма (рис. 2.4).

**Вопрос.** В чём заключается розыгрыш координат  $x$  и  $y$  взрыва ракеты?

**Ож. ответ.** Так как рассеивание координат точек падения ракеты подчиняется нормальному закону, то для определения  $x$  и  $y$  (розыгрыша) необходимо обратиться к датчикам нормально распределённых случайных чисел, указав для каждого датчика соответствующие  $MX, \sigma_x$  и  $MY, \sigma_y$ , например,  $\text{Normal}(MX, \sigma_x)$ ,  $\text{Normal}(MY, \sigma_y)$ .

**Вопрос.** Как вычисляется  $r$  – расстояние от центра взрыва ракеты до цели – объекта поражения?

**Ож. ответ.** Вычисляется  $r$  по формуле:  $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ .

**Вопрос.** Почему для определения вероятности поражения объекта выполняется не один, а  $N_0$  прогонов модели?

**Ож. ответ.** Потому что имитируемый процесс нанесения одиночного ракетного удара по цели носит случайный, вероятностный характер.

**Вопрос.** Как определяется вероятность поражения объекта ракетным ударом?

**Ож. ответ.** Вероятность определяется как частота поражения цели: число поражений объекта  $M$  делённое на число  $N$  попыток поразить цель  $P = M / N$ .

**Вопрос.** Доложите работу алгоритма модели.

Ответ целесообразно заслушать, вызвав курсанта к высвеченной схеме алгоритма. Подвести итог первому учебному вопросу и перейти ко второму.

## 2. Алгоритм имитационной модели встречи транспортов

### Постановка задачи

Транспорт 1 с грузом отправился из пункта  $A$  в пункт  $C$  через пункт  $B$ . Одновременно из пункта  $D$  в пункт  $E$  через пункт  $B$  отправился транспорт 2. Скорости движения транспортов распределены по нормальному закону с математическими ожиданиями  $M[V_1]$  и  $M[V_2]$  и стандартными отклонениями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ .

Построить алгоритм имитационной модели с целью определения вероятности встречи транспортов 1 и 2 в пункте  $B$ . Расстояние от пункта  $A$  до пункта  $B - S_1$ , а от пункта  $D$  до пункта  $B - S_2$ . Событие встречи считать состоявшимся, если времена прибытия транспортов в пункт  $B$  соответственно  $t_1, t_2$  либо равны, либо отличаются на величину, не превышающую или равную  $\Delta t$ .

**Преподаватель.** Обсудим построение алгоритма модели  $V1, V2$ .

**Вопрос.** Нарисуйте схему движения транспортов.

**Ож. ответ.** Слайд 12 (рис. 2.2). Рисунок выполняется на доске и в конспектах.

**Вопрос.** Какие исходные данные и другие переменные необходимы для моделирования?

**Ож. ответ.** Для моделирования нужно ввести количество прогонов модели  $N_0$ , математические ожидания скоростей движения транспортов  $M[V_1]=MV1$ ,  $M[V_2]=MV2$ , средние квадратические отклонения  $\sigma_1, \sigma_2$  скоростей движения транспортов, расстояния  $S1, S2$ , критерий встречи транспортов  $\delta t$ . Нужны также переменные:  $V1, V2, t1, t2, t3$  для записи и хранения промежуточных результатов вычислений,  $N$  – для счёта текущего числа прогонов модели,  $M$  – для записи количества встреч транспортов,  $P$  – для записи и вывода результата моделирования – вероятности встречи транспортов.

**Вопрос.** Как определить время прибытия транспортов в пункт  $B$ ?

**Ож. ответ.** Для определения времени прибытия, например, транспорта 1 в пункт  $B$  нужно расстояние от пункта  $A$  до пункта  $B$  разделить на скорость движения этого транспорта  $V1$ . Так как скорость распределена по нормальному закону, то нужно обратиться к датчику нормально распределённых случайных чисел  $\text{Normal}(MV1, \sigma_1)$  и после этого вычислить  $t1 = S1/V1$ . Аналогично определяется время прибытия транспорта 2 в пункт  $B$ :  $t2 = S2/V2$ .

**Вопрос.** Как определить факт встречи транспортов в пункте  $B$ ?

**Ож. ответ.** Для определения факта встречи транспортов нужно проверить выполнение условия:  $|t_1 - t_2| \leq \delta t$ . Если условие выполняется, то встреча состоялась.

**Вопрос.** Как определяется вероятность встречи транспортов?

**Ож. ответ.** Вероятность определяется как частота встречи: число встреч  $M$  делённое на число  $N$  попыток встретиться  $P = M / N$ .

**Преподаватель.** Самостоятельно разработайте схему алгоритма. Время 8–10 мин. Используйте разработанную ранее схему алгоритма (рис. 2.3).

Одного курсанта вызвать к доске для разработки алгоритма.

Преподаватель оказывает помощь. После разработки алгоритма по истечении отведенного времени.

**Преподаватель.** Обсудим разработанный алгоритм.

**Ож. ответ.** Курсант у доски поясняет работу алгоритма. Вопросами привести к схеме алгоритма, показанной на рис. 2.4 (слайд 13). После обсуждения преподаватель высвечивает слайд 13.

**Преподаватель.** Высвечивает слайд 14. И далее поясняет. В рассмотренных примерах исследуются различные процессы. Но алгоритмы моделей этих процессов (для сравнения рядом с алгоритмом задачи нанесения одиночного ракетного удара (рис. 2.3) показан и алгоритм задачи встречи транспортов (рис. 2.4)) имеют общую, практически идентичную часть (блоки 1, 5...8, на рис. 2.3 и 2.4 они выделены) и часть, которая непосредственно имитирует исследуемый процесс (блоки 2...4).

**В заключительной части занятия** оценить работу каждого курсанта. Оценки поставить в журнал. Если какие-то вопросы, по мнению преподавателя, отработаны не до конца, дать соответствующее задание на самоподготовку.

## **VI. Литература, рекомендуемая преподавателю**

Боев В.Д., Сыпченко Р.П. Компьютерное моделирование. Часть 1. СПб., ВАС, 2013.

### **I. Приложение**

#### **Задание на практическое занятие**

##### **1. Перечень обрабатываемых вопросов**

- Сущность имитационного моделирования;
- Области применения имитационного моделирования;
- Разбор алгоритма нанесения удара по одиночной цели.

##### **2. Методические рекомендации обучающимся по подготовке к занятию**

Сравнить записи в конспекте. Если необходимо, конспект дополнить. Проверить знание алгоритма, составив его по памяти.

##### **3. Перечень руководств и пособий, подлежащих изучению перед занятием**

Боев В.Д., Сыпченко Р.П. Компьютерное моделирование. Часть 1. СПб., ВАС, 2013, с. 26...32.

**Разработал профессор кафедры  
доктор военных наук профессор**

**Боев В. Д.**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года