

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ GPSS WORLD ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ АКТИВНЫМИ ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ**Д. Н. Верзилин, В. Ф. Волков, Т. Г. Максимова (Санкт-Петербург)**

В рамках общей проблемы комплексного моделирования процессов оперативного мониторинга и управления активными подвижными объектами (АПО) [2] разработана имитационная модель функционирования автоматизированной системы управления (АСУ) АПО.

Процессы функционирования АСУ определяются повторяющимися циклами операций (циклами управления). Каждому виду АПО соответствует некоторый цикл управления, включающий операции взаимодействия средств АСУ с АПО и операции обработки информации на средствах АСУ [1]. Для упрощения описания процессов управления АПО средства АСУ разделены на две группы с условными названиями: «средства взаимодействия» и «средства обработки информации». Средства первой группы работают в реальном масштабе времени при выполнении операций взаимодействия. Средства второй группы необходимы для обработки информации при подготовке к операциям взаимодействия и для анализа результатов этих операций. Работа средств второй группы планируется с условием, что обработка информации должна быть завершена до начала соответствующей операции взаимодействия.

Средства АСУ сконцентрированы на территориально распределенных пунктах обслуживания (ПО), непосредственно взаимодействующих с АПО и пунктах управления (ПУ), координирующих работу пунктов обслуживания. Для выполнения операции взаимодействия АПО должен находиться в зоне видимости соответствующего ПО.

Модели функционирования АСУ АПО разрабатывались в интересах исследования пропускной способности АСУ. Для различных конфигураций АПО и условий функционирования АСУ требовалось определить частоты невыполнения входящих в состав циклов управления операций взаимодействия, а также распределения интервалов времени между невыполненными операциями.

При исследовании пропускной способности АСУ АПО необходимо различать две ситуации, влекущие невыполнение операции взаимодействия. Первая ситуация связана с отсутствием свободных ПО, укомплектованных работоспособными средствами взаимодействия и находящихся в зоне видимости АПО. Вторая ситуация возникает в тех случаях, когда средства обработки информации, размещенные на ПО и ПУ, не успевают завершить свою работу до начала соответствующей операции взаимодействия.

Перечисленные особенности АСУ АПО как объекта моделирования диктуют необходимость описания как событий, наступающих в соответствии с планом (связанных с началом и завершением операций взаимодействия), так и случайных (выход из строя средств АСУ, влияние случайной фоновой нагрузки на средства обработки информации и т.п.). Процессы функционирования АСУ АПО легко описываются с использованием транзактно-ориентированного подхода, что предопределило использование GPSS World [3] в качестве среды моделирования.

Исходные данные, определяющие состав средств, размещенных на ПО, зоны видимости АПО, циклы управления и др., представлены в матричной форме. Исходные данные вводились в модель из текстовых файлов, содержащих матрицы. Процедуры ввода и анализа матриц были написаны на алгоритмическом языке PLUS, встроенном в GPSS World.

Исходя из целей моделирования сформированы следующие основные матрицы.

1. Матрица зон видимости ПО.

Размерность: <число временных интервалов в пределах цикла> x <количество ПО>.

Элементы матрицы: 1, если АПО находится в зоне видимости ПО на данном интервале; 0 – в противном случае.

2. Матрица оснащённости ПО.

Размерность: <количество типов средств > x <количество ПО>.

Элементы матрицы: 1, если средство данного типа размещено на ПО; 0 – в противном случае.

3. Матрица циклов управления.

Размерность: <число временных интервалов в пределах цикла> x <количество альтернативных последовательностей операций>.

Элементы матрицы представляют собой номера матриц, в свою очередь содержащих последовательности операций, выполняемых на интервале.

4. Матрицы последовательностей операций.

Размерность: <максимальное число операций в последовательности> x <количество параметров>.

Матрица содержит следующие параметры последовательности операций:

1-й столбец содержит номера средств, выполняющих операции;

2-й столбец состоит из 0 и 1, причем, 1 соответствует резервной операции (такая операция не выполняется в том случае, если была выполнена на предыдущем этапе);

3-й столбец определяет принадлежность средства (0 – ПО, 1 – ПУ).

4-й столбец содержит среднее время выполнения операции;

5-й столбец состоит из 0 и 1, причем 1 соответствует случаю операции передачи данных, тогда в следующее в списке средство одновременно работает на прием информации;

6-й столбец определяет вероятность выполнения операции;

7-й столбец определяет среднее время восстановления средства после сбоя.

5. Матрица интервалов, на которых начинается подготовительная обработка информации для проведения операции взаимодействия.

Размерность: <число временных интервалов в пределах цикла> x 2

Элементы первого столбца: 1, если на интервале начинается обработка информации, 0 – в противном случае. Второй столбец содержит номера интервалов, на которых выполняется соответствующая операция взаимодействия.

Перечисленные матрицы использовались для формирования заявок на применение средств АСУ, представленных в модели многоканальными и одноканальными обслуживающими устройствами.

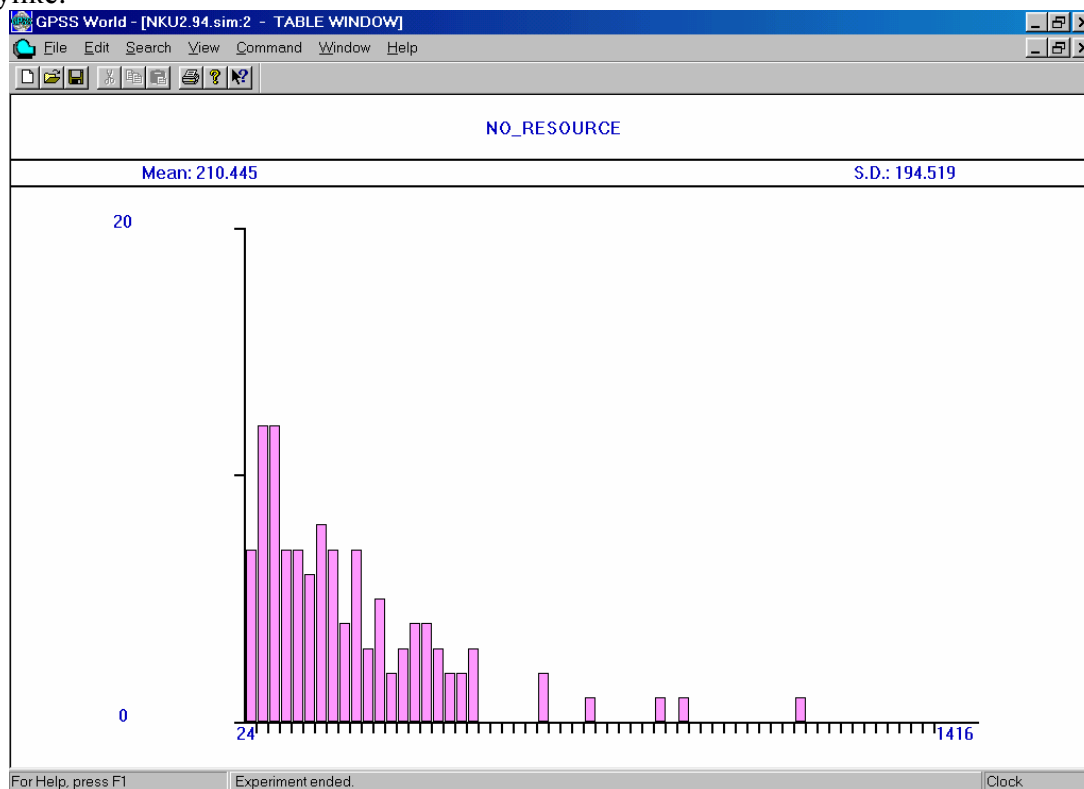
Использовался «жадный» алгоритм планирования операций взаимодействия. При поступлении заявки на выполнения операции определялся готовый к работе ПО с максимальной по длительности зоной видимости. В случае отсутствия таких ПО операция не выполнялась.

Работа средств обработки информации планировалась исходя из временной и логической связи между операциями взаимодействия. Если две операции взаимодействия выполнялись в логической последовательности, то вначале обрабатывались результаты первой операции, а затем проводилась подготовительная обработка информации для второй операции.

Имитационные эксперименты позволили получить сведения о пропускной способности АСУ при управлении системами АПО различной конфигурации и количественного состава.

Анализировались ситуации, связанные с отсутствием средств АСУ, готовых к проведению операций взаимодействия с АПО, и ситуации, при которых операции не выполнялись в связи с тем, что не была подготовлена вовремя необходимая информация.

Типичное распределение интервалов времени между отказами в выполнении операций взаимодействия (по причине отсутствия готовых средств АСУ) приведено на рисунке.



Гистограмма интервалов времени между отказами в выполнении операций взаимодействия (цена деления по оси абсцисс составляет 24 ч)

Исследование зависимости пропускной способности АСУ от интенсивности фоновой нагрузки на средства обработки информации позволил выявить конфигурации АПО, для которых незначительное увеличение нагрузки приводило к резкому снижению пропускной способности АСУ (многократному росту количества невыполненных операций взаимодействия).

Опыт подтверждает эффективность и удобство использования программной системы GPSS World для моделирования гибких технологических процессов с элементами планирования работы и перераспределения обслуживающих устройств.

Литература

1. **Калинин В.Н.** Теоретические основы управления подвижными объектами и операциями их обслуживания. – МО, 1989. – 224 с.
2. **Верзилин Д.Н., Охтилев М.Ю., Соколов Б.В.** Комплексное моделирование процессов оперативного мониторинга и управления активными подвижными объектами//Опыт практического применения языков и программных систем моделирования в промышленности и прикладных разработках. Сборник докладов 1-й Всероссийской научно-практической конференции ИММОД-2003. - СПб., –Т. 1. 2003. -С. 80–84.
3. **Томашевский В.Н., Жданова Е.Г.** Имитационное моделирование в среде GPSS. – М.:Бестселлер, 2003. – 412 с.