НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ GPSS WORLD В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

Василева Светлана Желязкова (Добрич, Болгария)

Чтобы иметь возможность изучать и эффективно использовать информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), в частности в социальной сфере, необходимы такие способы обучения информатике и информационным технологиям, которые должны основываться на методах, стимулирующих изучение той или другой технологии, в зависимости от профиля информационной деятельности. Тогда могут быть использованы проблемные ситуации (задачи, описывающие проблему (предметную область)). С помощью модели обучающиеся «имеют возможность изучить процесс в динамике, уточнить взаимосвязь компонентов изучаемой системы» [8].

Имитационное моделирование (ИМ) позволяет изучить анализируемую или проектируемую систему «по схеме» оперативного исследования, которое состоит из взаимосвязанных этапов [11]: содержательная постановка задачи; разработка концептуальной модели; разработка и программная реализация имитационной модели; проверка правильности и надежности модели; оценка точности результатов моделирования; планирование и проведение экспериментов; принятие решения.

Таким образом, можно использовать имитационное моделирование как универсальный подход к принятию решений в условиях неопределенности с учетом в моделях трудно формализуемых факторов. Но, пожалуй, наиболее привлекательным и важным аспектом ИМ для интеграции не только в менеджменте и экономику, но и в обучении, является применение основных принципов системного подхода к решению практических задач.

Цель работы - показать некоторые новые возможности в средней школе (обучения по профиле математики и информатики [12]), открывающиеся с применением современных информационных технологий, которые могут быть использованы для создания эффективных учебных программ и курсов, особенно с включением инструменты моделирования.

Имитационное моделирование и окна наблюдения

Пользователь может прослеживать за исполнением модели через следующие окна, примеры использования которых рассматриваются далее (рис. 1 – 6):

Blocks Window – окно блоков – различные режимы работы (для краткой или подробной справки во время моделирования), содержащее информацию о метках и названиях блоков, количестве вхождений в каждом блоке, журнале с хронологическим отслеживанием действий блока в модельное время;

Facilities Window – окно одноканальных устройств (рис. 1, внизу слева) - информация о: номере/названии устройства; Число вошедших транзактов; Коэффициент использования и т.д.;

Matrix Window – окно матрицы (рис. 1 - два окна справа) - приводит значения общего ресурса для транзакций и их сравнение в заданные единицы модельного времени;

Plot Window – окно графика функции или выражения. Может быть использовано для отслеживания значений произвольно составленных выражений;

Queues Window – окно очереди. Отображение информации о: номере / названии очереди; Максимальная длина очереди; Текущая длина очереди; Общее число вхождений; Средняя длина очереди; Среднее время ожидания транзактов в очереди и другие;

Savevalues Window – окно сохраняемых величин (панель рис. 1 слева вверх). Любое изменение переменных (обычно счетчиков), определенных в модели, можно наблюдать;

Storages Window – окно многоканальных устройств (рис. 1, панель слева посередине). Во время моделирования в нем можно увидеть любое изменение: количества свободных единиц емкости каждого из многоканальных устройств; число вхождений в соответствующее многоканальное устройство и др.;

Table Window – таблица частотного распределения табулированных транзактое в таблице, определенной в модели. Окно выбранной таблицы представляет собой динамическую гистограмму, которая очень полезна для отображения обслуженных транзактов, частотного распределения и других характеристик.

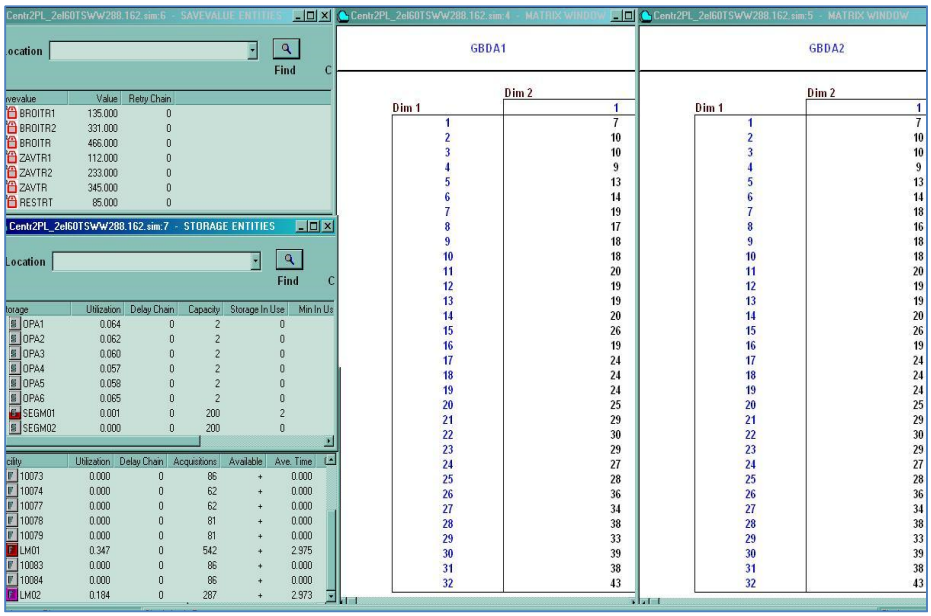

Рис. 1. Комбинированное окно для демонстрации работы моделей

На рис. 1 показано, как в среде GPSS World несколько различных окон могут быть открыты и расположены на экране, и в них можно наблюдать за работой смоделированной системы. В примере показано комбинированное окно для прослеживания моделирования централизованной двухфазной блокировки со встроенным механизмом синхронизации (такие алгоритмы изучаются в разделах «Алгоритмы управления транзакциями и распределенные системы управления базами данных по таким дисциплинам, как базы данных»).

Алгоритм моделирования, кадр которого показан на рис. 1, описан как протокол в [13] и [16]. В примере на рис. 1 «совмещенное окно» позволяет наблюдать:

- значения элементов матриц GBDA1 и GBDA2. Матрицы моделируют локальные базы данных, в которых хранятся две копии элементов данных. В окнах матрицы GBDA1 и GBDA2 можно увидеть одновременное обновление значений локальных копий каждого элемента данных. Первый столбец матриц GBDA1 и GBDA2 - это номера элементов данных, а второй столбец - это значение копии элемента данных;
- окно сохраненных значений слева вверх на рис. 1 позволяет отслеживать счетчики: BROITR1 и BROITR2 - количество сгенерированных транзактов, обрабатывающих соответственно 1 и 2 элемента, BROITR - общее число сгенерированных транзакций, ZAVTR1 и ZAVTR2 - число транзакций,

обрабатывающих соответственно 1 и 2 элемента данных, ZAVTR - число всех транзакций, вышедших из модели, RESTRT - количество рестартированных транзакций.

2. Вероятностные распределения

В учебной программе профилирующего обучения математике [12] в Модуле 3 Практическая математика, для целей модуля написано: «… формирование навыков моделирования реальных или теоретических ситуаций с использованием изучаемых инструментов, навыков интерпретации результатов и рассмотрения множества проблемы как совокупность индивидуальных проблем ». Учитывая учебные планы Модуля 1 «Геометрия» и Модуля 2 «Элементы математического анализа», которые включают только математические методы, можно сказать, что среда GPSS World с более чем двадцатью вероятностными распределениями из встроенной библиотеки процедур (Beta; Биномиально; Weibula; Дискретно-равномерно; Gamma; Геометрическое; Laplace; Logistic; LogLaplace; LogLogistic; LogNormal; Нормальное; Inverse Weibull; Inverse Gaussian; Отрицательно биномиальное; Pareto; Pearson Type V; Pearson Type VI; Poisson; равномерное; Triangular; Экспоненциальное и др. – [14]), для описания входящих потоков транзакций, может быть успешно интегрирована как в уроках для получения новых знаний и для упражнений, так и в разработку школьных проектов для участия в научных конференциях для школьников старших классов или междисциплинарных школьных проектах.

«Из теории массового обслуживания известно, что выходящий из СМО поток с m очередями при простейшем входном потоке с параметром R и экспоненциальном распределении времени обслуживания с параметром μ это простейший поток с параметром $\lambda = min\ \{\lambda,\ m\mu\}$. Следовательно, можно создавать сложные СМО, где выходной поток из одной системы обслуживания вводится в другие системы. Таким образом можно реализоварть, многофазные системы и сети СМО. Распределение исходящих из СМО потоков имеет сложную вероятностную природу и может быть изучено только путем наблюдения за функционированием соответствующих СМО путем моделирования» (Томашевский, 2003). Другими словами, прослеживание выполнения GPSS транзакций, моделирующих процессы в реальной системе, смоделированной с помощью СМО, - это способ для учеников старших классов понять смысл изучения темы «Эмпирические распределения», а также успешно усвоить материал. Наконец, что не менее важно, они научатся мыслить систематически и будут применять этот подход как в своей будущей профессиональной деятельности, так и в своей гражданской и личной жизни.

На рис. 2–4 показаны примеры гистограмм, сгенерированных GPSS World с использованием таблиц в имитационной модели, описанной в [17].

Гистограммы на рис. 2-4 выявляют частотное распределение времени ответа, полученного при максимальном значении интенсивности входного потока, принятом в продемонстрированных моделях (100 тр/сек) модели протоколов двухверсионной двухфазной блокировки в распределенных базах данных [13] и [16]: централизованный, с первичными копиями и распределенный). Ось O_x показывает время обслуживания, разделенное на временные интервалы (согласно модельному времени - ms), а ось O_y показывает количество транзакций, имеющих время ответа в соответствующем интервале (обслуженных в соответствующем временном интервале).

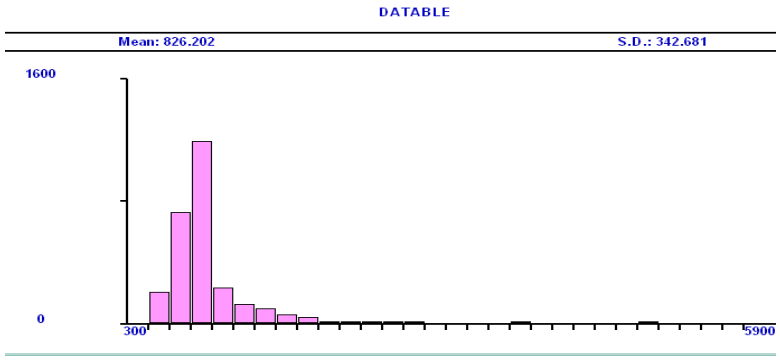

Рис. 2. Частотное распределение времени обслуживания транзакций в модели централизованной двухверсионной двухфазной блокировки при входной интенсивности 100 тр/сек

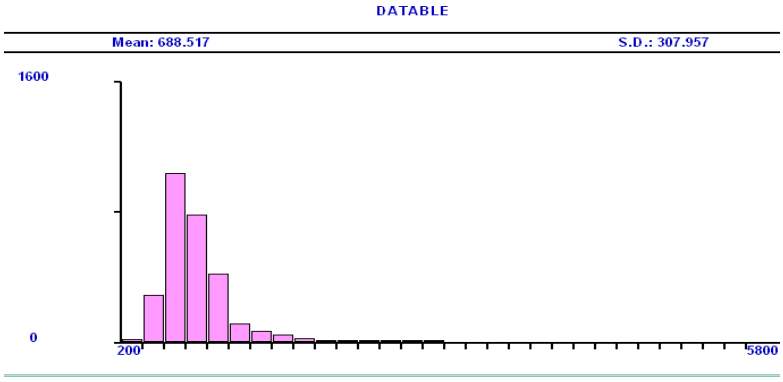

Рис. 3. Частотное распределение времени обслуживания транзакций в модели двухверсионной двуфазной блокировки с первичными копиями при интенсивности входящего потока 100 тр/сек

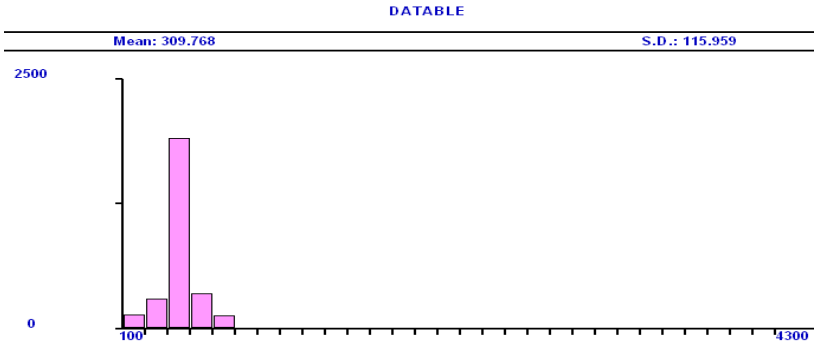

Рис. 4. Частотное распределение времени обслуживания транзакций в модели распределенной двухверсионной двухфазной блокировки при входной интенсивности 100 тр/сек

Обучающиеся могут сравнивать графики частотного распределения времени отклика в различных алгоритмах системы, сравнивать их с опубликованными стандартными спецификациями. Они могут проверить, правильно ли работает смоделированная система, и провести какие-либо эксперименты. А с точки зрения распределений вероятностей, описывающих входящие потоки транзакций, они могут изменять параметры и наблюдать, как изменяются гистограммы во время выполнения модели.

Интеграция имитационных моделей в электронные учебные пособия и школьные проекты

Имитационные модели, разработанные с помощью GPSS World и GPSS Studio, можно по-разному встраивать в электронные учебники. На рис. 5 показана интеграция «учебного фильма», записанного с помощью программы CamStudio на основе комбинированного окна для наблюдения модели централизованной двухфазной блокировки с механизмом синхронизации [3]. В фильме: Обе панели слева - это матрицы GBDA1 и GBDA2, упомянутые в разделе 1; На верхней правой панели показаны первые три столбца таблицы блокировок, представленной в модели с матрицей LTA для первых 20 элементов данных (столбцы показывают значения: типа блокировки, которой занят элемент; номер транзакции, которая заблокировала элемент; номер сайта, сгенерировавшего транзакцию); Нижняя правая панель (рис. 5) визуализирует во время моделирования диаграмму частотного распределения времени обслуживания транзакций в модели. Пленка на рис. 5 показывает вариант наблюдения той же модели, что и на рис. 1, но с «другой точки зрения» (снова определяется учителем вручную).

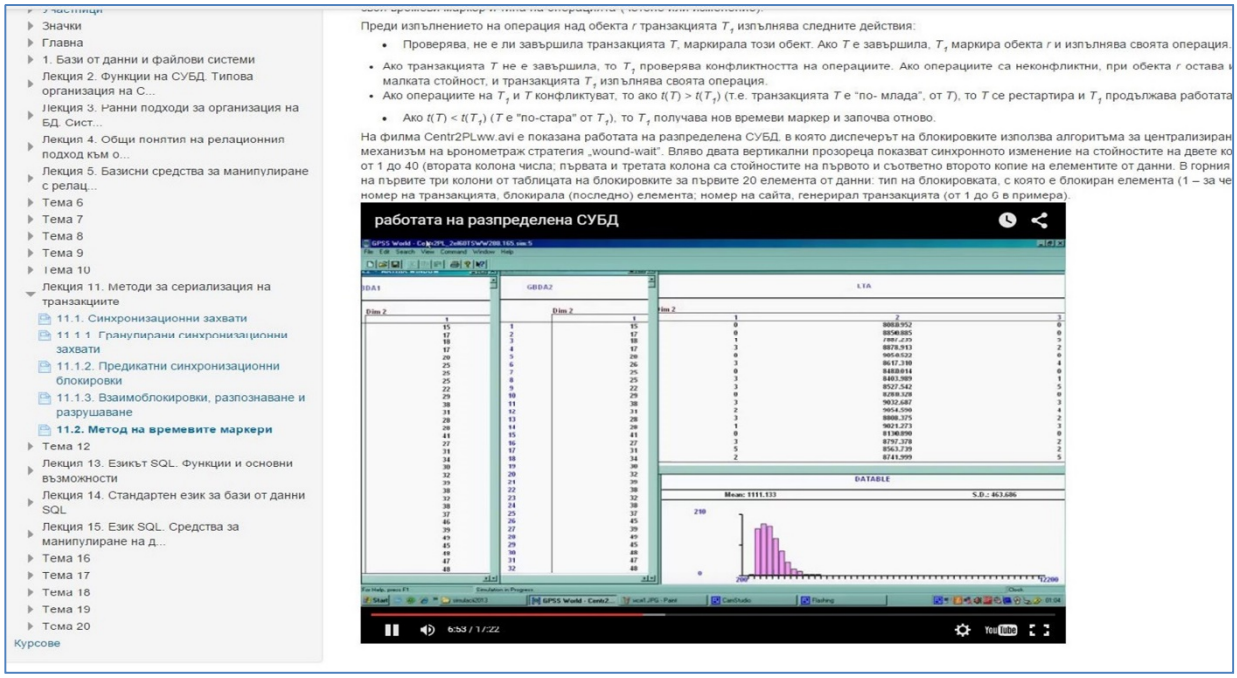

Рис. 5 Страница электронного учебника со встроенным комбинированным окном для демонстрации и отслеживания выполнения GPSS транзактов

На рис. 6 показано моделирование метода синхронизации процессов под названием «Писатели - Читатели». Этот фильм встроен в электронный учебник по операционным системам и представляет собой запись трасировки модели в среде расширенного редактора GPSS World. Алгоритм моделирования описан в [15]. В окне переменных на правой панели (рис. 6) можно увидеть значения: счетчика писателей, сгенерированных в модели NumProd; счетчика, сгенерированных читателей NumRead; счетчик фиксировавших писателей EndProd; счетчик фиксировавших читателей. А в левой панели можете наблюдать обслуживание процессов.

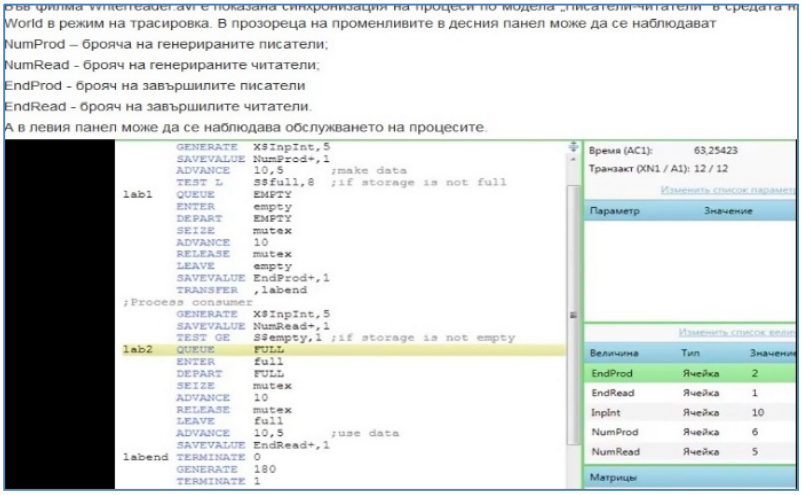

Рис. 6. Страница из электронного учебника со встроенной записью моделирования синхронизации процессов методом «Писатели-читатели»

Другой способ интегрировать моделирование в электронные учебные материалы - опубликовать полный текст соответствующей модели GPSS, как показано на рис. 7. Ученики могут скопировать текст программы GPSS в среде расширенного редактора (или в бесплатной версии GPSS World - GPSS World Student Version, где единственным серьезным ограничением является длина модели - до 180 блоков), и затем запустить и наблюдать за симуляцией в режиме трассировки, который будет удобен им в зависимости от индивидуальных возможностей. Помимо скорости отслеживания работы моделируемой системы, этот метод позволяет в образовательных целях вносить изменения в модель и наблюдать за симуляциями при различных начальных параметрах.

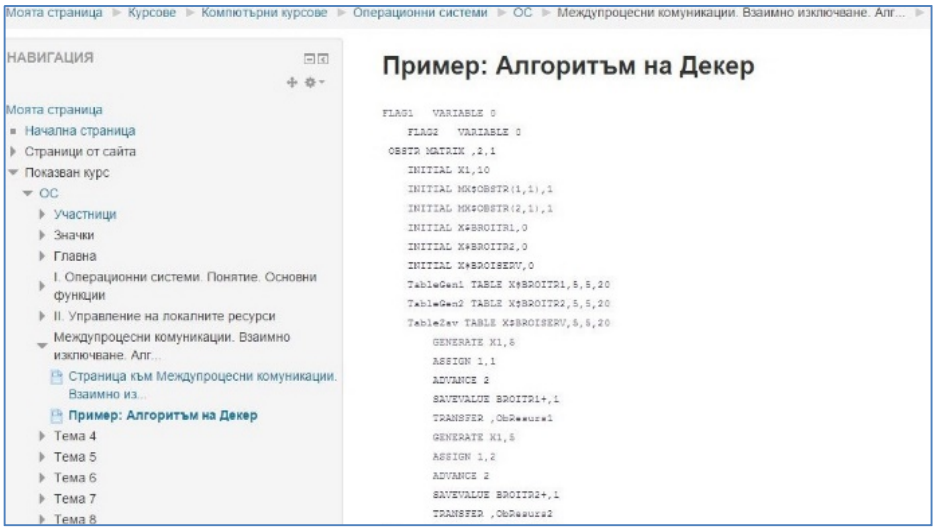

Рис. 7. GPSS модель алгоритма Декера, интегрированная в э-учебнике

Заключение

Возможность поставить и провести эксперименты на смоделированной системе, а также автоматическое создание имитационных моделей в Расширенном редакторе GPSS World, «стандартное комбинированное окно» для прослеживания модели и удобный графический интерфейс системы автоматизации имитационного моделирования GPSS Studio делает эти системы моделирования очень подходящими для демонстрации работе различных систем в целях обучения

А встраивание в электронные учебники (в онлайн-курсы или в электронные средства обучения и т. Д.) делают их еще более подходящими для асинхронного распространения.

И последнее, но не менее важное: создавая сложные (требующие интеграции различных видов деятельности и, соответственно, разных по характеру участников) учебных материалов по разным дисциплинам, старшеклассников можно привлечь к реальному участию в проектах и разрабатывать свои собственные проекты для олимпиад, конкурсов и школьных конференций. С помощью работ, в которых обучающиеся решают реальные проблемы (обычно выгодные для школы), старшеклассники готовятся к будущей реализации в качестве специалистов и, что немаловажно, - учатся системно мыслить, организовываться и работать как часть целого.

Литература

1. **Боев В.** Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World. БХВ - Петербург, Санкт Петербург, 2004. 345 с.
2. **Бугаев Ю., С. Чикунов.** Симулация на информационни процеси за обработка на данни: Методически инструкции за практическо обучение в курса «Информационни технологии» / Воронеж. G OS. Технол. Акад. 2001, https://beasthackerz.ru/bg/wi-fi-lokalnaya-set/informacionnaya-model-i-modelirovanie-informacionnyh-processov.html.
3. **Василева С., Д. Василев.** Някои подходи за интегриране на имитационно моделиране в обучението. Fifth International Conference on Engineering, Technologies and Systems TECHSYS 2016, Technical University – Sofia, Plovdiv branch, 26 – 28 May 2016, Plovdiv, Bulgaria, 2016. с. II-245 – II-250
4. **Георгиев В.** Grid системи. Симулационно моделиране с GPSS. 2013, http://ci.fmi.uni-sofia.bg/VasilGeorgiev/datagrid/grids13.pdf.
5. **Девятков В., Девятков Т., Федотов М.** Имитационные исследования в среде моделирования GPSS STUDIO: учеб. пособие; под общ. ред. В.В. Девяткова. — М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2018.
6. Компьютерное моделирование. 2013, http://www.intuit.ru/studies/courses/643/499/lecture/6490.
7. **Макарова С.** Совершенствование методики обучения информационным технологиям в педагогическом вузе на основе включения в содержание курса вопросов моделирования реальных ситуаций в информационной деятельности человека. 2000, http://www.dslib.net/teoria-vospitania/sovershenstvovanie-metodiki-obuchenija-informacionnym-tehnologijam-v-pedagogicheskom.html.
8. **Кудрявцев Е.** GPSS World Основы имитационного моделирования различных систем, ДМК Пресс, Москва, 2004, 320 с.
9. **Романски Р.** Компютърно моделиране. 2012, http://www.tu-utc.com/Webpages/E_learning/CompModelirane/KMod-Labs.
10. **Томашевский В.Н., Жданова Е.Г.** Имитационное моделирование в среде GPSS. Бестселлер, Москва, 2003. 416 с.
11. Элина Компьютер. 2021, http://elina-computer.ru/static/proekty.html.
12. Учебни програми за профилирана подготовка, 2018, https://www.mon.bg/bg/100598.
13. **Kaur M.** Transaction processing in Distributed Databases 2007, http://www.rimtengg.com/coit2007/proceedings.
14. Minuteman Software. GPSS World Tutorial Manual. 2010 http://www.minutemansoftware.com/tutorial.
15. **Popov G.** (2007) GPSS as Tool for Decision of Classical Task in Operation System, Academic Journal Mechanics.Transport. Communication (MTC AJ) No 3,2007,article No 0186, pp. VIII-47 – VIII-49 (http://www.mtc-aj.com).

16. **Srinivasa R., C. Williams, P. Reynolds,** Distributed Transaction Processing on an Ordering Network, Technical Report CS-2001-08, February 2001, p. 20, http://citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/26119/ftp:zSzzSzftp.cs.virginia.eduzSzpubzSztechreportszSzCS-2001-08.pdf/srinivasa01distributed.pdf.
17. **Vasileva S., A. Milev.** Two-phase lock modeling algorithms using timestamp ordering in distributed databases. Proceedings of the International Conference Automatics and Informatics'11, 2 – 6 October 2011, Sofia, Bulgaria, pp. B-359 – B-362.
18. **Zatonskiy A., R. Bazhenov, S. Beknazarova.** (2021) Advantages of Freeware-based Simulation Tools for Technical and Technological Modeling, International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), 2021, pp. 786-790, doi: 10.1109/ICIEAM51226.2021.9446186.