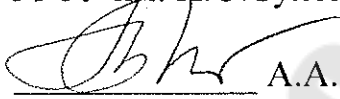


Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ГГТУ им. П.О.Сухого


А.А. Бойко
«15» 12. 2015

Регистрационный № УД.маг-08/уч.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности магистратуры

1-40 80 04 «Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ»

Учебная программа составлена на основе:

– образовательного стандарта специальности 1-40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», рег. № ОСВО 1-40 80 04-2012;

– учебного плана второй ступени высшего образования специальности 1-40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», № I 40-2-03/уч от 14.02.2014; I 40-2-03/уч от 17.09.2013.

СОСТАВИТЕЛИ:

И.А. Мурашко, профессор кафедры «Информационные технологии», д.т.н., доцент;

А.В. Цитринов, доцент кафедры «Информационные технологии», к.ф.-м.н., доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Е. И. Сукач, доцент кафедры математических проблем управления УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», к.т.н., доцент;

Т.А. Трохова, доцент кафедры «Информатика» УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», к.т.н., доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Информационные технологии»
(протокол № 5 от 19.10. 2015);

Научно-методическим советом Факультета автоматизированных и информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 4 от 30.11.2015); *УО-04-16/уч*

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 2 от 08.12.2015).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа «Имитационное моделирование технических объектов и систем» разработана для магистрантов высших учебных заведений специальности 1–40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». В основу программы положена программа-минимум кандидатского экзамена по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (Приказ Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 11 февраля 2011 г. № 35).

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование знаний в области теории и практики имитационного моделирования, изучение методов создания имитационных моделей и проведения вычислительных экспериментов.

В результате изучения дисциплины магистрант должен знать:

- область применения имитационных моделей;
- типовые схемы моделирования;
- особенности моделирования цифровых систем;
- технологию применения искусственных нейронных сетей для моделирования технических систем;

уметь:

- выбирать адекватную схему моделирования для конкретной задачи;
- формировать описание тестовых воздействий для цифровых систем с системе моделирования;
- выбирать адекватную топологию нейронной сети ;
- разрабатывать архитектуру системы моделирования.

Освоение учебной дисциплины согласно стандарту специальности должно обеспечить формирование следующих компетенций:

- АК-1 – способность самостоятельной научно-исследовательской деятельности, готовность генерировать и использовать новые идеи;
- АК-2 – методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение задач научно-исследовательской, научно-педагогической, организационно-управленческой и инновационной деятельности;
- ПК-НИ-1 – осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- ПК-НИ-2 – разрабатывать методики проектирования и построения математических моделей процессов и объектов;
- ПК-НИ-3 – выполнять моделирование процессов и объектов на базе пакетов автоматизированного проектирования и исследований.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом университета по специальности составляет 58 часов. Трудоемкость – 1,5 зачетных единиц.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Дневная форма

Курс: 1

Семестр: 2

Лекции: 26 часов

Всего аудиторных: 26 часов

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:
зачет во 2 семестре

Заочная форма

Курс: 1

Семестр: 1, 2

Лекции: 10 часов

Всего аудиторных: 10 часов

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:
зачет во 2 семестре

Библиотека ГГТУ им. Л.О.Суворова

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Имитационное моделирование технических систем

Тема 1.1 Классификация методов моделирования.

Аналитические, имитационные и гибридные модели. Непрерывные, дискретные, стохастические и обобщенные модели.

Тема 1.2 Математические схемы моделирования

Непрерывно-детерминированные и дискретно-детерминированные модели. Дискретно-стохастические, непрерывно-стохастические модели и обобщенные модели. Принципы имитационного моделирования. Понятие статистического эксперимента. Область применения и классификация имитационных моделей. Описание поведения системы.

Тема 1.3 Моделирование случайных факторов

Построение датчиков базовых случайных величин. Характеристики датчиков базовых случайных величин. Имитация случайных событий. Алгоритм получения значений случайных величин с заданным законом распределения. Алгоритм получения значений систем случайных величин.

Тема 1.4 Моделирование систем массового обслуживания.

Марковские процессы. Процессы размножения и гибели. Методы исследования и анализ систем массового обслуживания (СМО). Классификация СМО. Марковские СМО. Полумарковские СМО. Нахождение стационарных вероятностей состояний открытой Марковской сети массового обслуживания.

Раздел 2. Моделирование цифровых систем

Тема 2.1 Проект цифровой системы

Этапы проектирования цифровых систем. Языки описания проектов – Verilog, VHDL, System C. САПР цифровых систем.

Тема 2.2 Язык описания проектов VHDL

Литералы. Классификация типов. Логические, арифметические, символьные типы. Перечислимые типы. Массивы. Записи. Операции языка VHDL. Классы объектов. Декларации объектов. Стили VHDL-описаний. Процедурный, структурный, поток данных

Тема 2.3 Событийное моделирование

Выполняющиеся, активные, приостановленные процессы. Моделирование с нулевыми задержками. Понятие дельта-задержки. Отложенные процессы. Девятизначный алфавит моделирования. Логические операции над сигналами из данного алфавита. Неопределенное состояние как источник оптимизации логической схемы.

Раздел 3. Нейронные сети

Тема 3.1 Модель искусственного нейрона

Функция активации. Задачи обучения искусственного нейрона. Правило Хебба. Дельта правило. Топология нейронной сети, слой, рецепторы, эффекторы. Скрытые слои. Классы задач, решаемые нейронной сетью.

Тема 3.2 Перцептрон.

Задача классификации. Понятие ошибки. Понятие коэффициента обучения. Метод обратного распространения ошибки. Метод переменной метрики. Метод сопряжённых градиентов. Рекуррентные нейронные сети. Задача предсказания. Релаксационные нейронные сети. Сеть Хопфилда. Сеть Хэмминга.

Тема 3.3 Нейросетевое моделирование сложных процессов

Задача кластеризации. Обучение. Специализированные нейронные сети. Когнитрон, свёрточные нейронные сети. Нечёткие нейронные сети.

Тема 3.4 Нейрокомпьютеры

Реализация нейрокомпьютеров на базе ПЛИС и процессоров цифровой обработки сигналов. Систематические массивы и процессоры. Матричный систематический процессор. Систематический процессор для реализации релаксационной сети.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
 для специальности 1–40 80 04 (дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа магистранта	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Имитационное моделирование технических систем (8 ч.)	8						
1.1.	Классификация методов моделирования. Аналитические, имитационные и гибридные модели. Непрерывные, дискретные, стохастические и обобщенные модели.	2						3
1.2.	Математические схемы моделирования Непрерывно-детерминированные и дискретно-детерминированные модели. Дискретно-стохастические, непрерывно-стохастические модели и обобщенные модели. Принципы имитационного моделирования. Понятие статистического эксперимента. Область применения и классификация имитационных моделей. Описание поведения системы.	2						3
1.3.	Моделирование случайных факторов Построение датчиков базовых случайных величин. Характеристики датчиков базовых случайных величин. Имитация случайных событий. Алгоритм получения значений случайных величин с заданным законом распределения. Алгоритм получения значений систем случайных величин.	2						3
1.4.	Моделирование систем массового обслуживания. Марковские процессы. Процессы размножения и гибели. Методы исследования и анализ систем массового обслуживания (СМО). Классификация СМО. Марковские СМО. Полумарковские СМО. Нахождение стационарных вероятностей состояний открытой Марковской сети массового обслуживания.	2						3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.	Моделирование цифровых систем (10 ч.)	10						
2.1.	Проект цифровой системы Этапы проектирования цифровых систем. Языки описания проектов – Verilog, VHDL, System C. САПР цифровых систем.	4						3
2.2.	Язык описания проектов VHDL Литералы. Классификация типов. Логические, арифметические, символьные типы. Перечислимые типы. Массивы. Записи. Операции языка VHDL Классы объектов. Декларации объектов. Стили VHDL-описаний. Процедурный, структурный, поток данных	2						3
2.3.	Событийное моделирование Выполняющиеся, активные, приостановленные процессы. Моделирование с нулевыми задержками. Отложенные процессы. Девятизначный алфавит моделирования. Логические операции над сигналами из данного алфавита. Неопределенное состояние как источник оптимизации логической схемы.	4						3
3.	Нейронные сети (8 ч.)	8						
3.1.	Модель искусственного нейрона Функция активации. Задачи обучения искусственного нейрона. Правило Хебба. Дельта правило. Топология нейронной сети, слой, рецепторы, эффекторы. Скрытые слои. Классы задач, решаемые нейронной сетью.	2						3
3.2.	Персептрон. Задача классификации. Понятие ошибки. Понятие коэффициента обучения. Метод обратного распространения ошибки. Метод переменной метрики. Метод сопряжённых градиентов. Рекуррентные нейронные сети. Задача предсказания. Релаксационные нейронные сети. Сеть Хопфилда. Сеть Хэмминга.	2						3
3.3.	Нейросетевое моделирование сложных процессов. Задача кластеризации. Обучение. Специализированные нейронные сети. Когнитрон, свёрточные нейронные сети. Нечёткие нейронные сети.	2						3
3.4.	Нейрокомпьютеры Реализация нейрокомпьютеров на базе ПЛИС и процессоров цифровой обработки сигналов. Систолические массивы и процессоры. Матричный систолический процессор. Систолический процессор для реализации релаксационной сети.	2						3

Принятые обозначения: 3 – зачет.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
 для специальности 1–40 80 04 (заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа магистранта	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Имитационное моделирование технических систем	4						
1.1.	Классификация методов моделирования. Аналитические, имитационные и гибридные модели. Непрерывные, дискретные, стохастические и обобщенные модели.	1						3
1.2.	Математические схемы моделирования Непрерывно-детерминированные и дискретно-детерминированные модели. Дискретно-стохастические, непрерывно-стохастические модели и обобщенные модели. Принципы имитационного моделирования. Понятие статистического эксперимента. Область применения и классификация имитационных моделей. Описание поведения системы.	1						3
1.3.	Моделирование случайных факторов Построение датчиков базовых случайных величин. Характеристики датчиков базовых случайных величин. Имитация случайных событий. Алгоритм получения значений случайных величин с заданным законом распределения. Алгоритм получения значений систем случайных величин.	1						3
1.4.	Моделирование систем массового обслуживания. Марковские процессы. Процессы размножения и гибели. Методы исследования и анализ систем массового обслуживания (СМО). Классификация СМО. Марковские СМО. Полумарковские СМО. Нахождение стационарных вероятностей состояний открытой Марковской сети массового обслуживания.	1						3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.	Моделирование цифровых систем	2						
2.1.	Проект цифровой системы Этапы проектирования цифровых систем. Языки описания проектов – Verilog, VHDL, System C. САПР цифровых систем.	1						3
2.2.	Язык описания проектов VHDL Литералы. Классификация типов. Логические, арифметические, символьные типы. Перечислимые типы. Массивы. Записи. Операции языка VHDL Классы объектов. Декларации объектов. Стили VHDL-описаний. Процедурный, структурный, поток данных	0						3
2.3.	Событийное моделирование Выполняющиеся, активные, приостановленные процессы. Моделирование с нулевыми задержками. Отложенные процессы. Девятизначный алфавит моделирования. Логические операции над сигналами из данного алфавита. Неопределенное состояние как источник оптимизации логической схемы.	1						3
3.	Нейронные сети	4						
3.1.	Модель искусственного нейрона Функция активации. Задачи обучения искусственного нейрона. Правило Хебба. Дельта правило. Топология нейронной сети, слой, рецепторы, эффекторы. Скрытые слои. Классы задач, решаемые нейронной сетью.	1						3
3.2.	Перцептрон. Задача классификации. Понятие ошибки. Понятие коэффициента обучения. Метод обратного распространения ошибки. Метод переменной метрики. Метод сопряжённых градиентов. Рекуррентные нейронные сети. Задача предсказания. Релаксационные нейронные сети. Сеть Хопфилда. Сеть Хэмминга.	1						3
3.3.	Нейросетевое моделирование сложных процессов. Задача кластеризации. Обучение. Специализированные нейронные сети. Когнитрон, свёрточные нейронные сети. Нечёткие нейронные сети.	1						3
3.4.	Нейрокомпьютеры Реализация нейрокомпьютеров на базе ПЛИС и процессоров цифровой обработки сигналов. Системные массивы и процессоры. Матричный систолический процессор. Систолический процессор для реализации релаксационной сети.	1						3

Принятые обозначения: 3 – зачет.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Вентцель Е.С., Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. – М: Наука, 1991. – 383 с.
2. Герман, О.В. Введение в теорию экспертных систем и обработку знаний. – Мн.: ДизайнПРО, 1995. – 256 с.
3. Советов, Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: учебник для вузов специальности АСУ. – М.: Высшая Школа, 2007. – 343 с.
4. Основы имитационного и статистического моделирования. Учебное пособие / Ю.С. Харин [и др.]. – Мн.: Дизайн ПРО, 1997. – 288 с.
5. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. – М.:Мир,1984. – 264 с.
6. Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В., Рудченко Е.А. Scilab. Решение инженерных и математических задач. – М.: ALT Linux : БИНОМ. Лаборатория наний, 2014. – 257 с. + CD. – (Библиотека ALT Linux)

Дополнительная литература

1. Лоу А.М., Кельтон Б.Д. Имитационное моделирование. Классика CS. 3-е изд. – СПб.:Питер, 2004. – 846 с.
2. Барский А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 176 с.
3. Гаврилова Т.А. Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.:Питер, 2000. – 384 с.
4. Гультяев А.К. Имитационное моделирование в среде Windows: практическое пособие. – СПб.: КОРОНА, 1999.
5. Технологии анализа данных / А.А. Барсегян [и др.]. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 384 с.
6. Коломоец, Ф.Г. Основы системного анализа и теория принятия решений: пособие для исследователей, управленцев и студентов вузов. – Мн.: Тесей, 2006.
7. Максимей И.В. Математическое моделирование больших систем: [Уч. пособие для спец. «Прикладная математика»]. – Мн.: Выш. шк., 1985.
8. Четвериков В.Н., Баканович Э.А. Стохастические вычислительные устройства систем моделирования. – М.: Машиностроение, 1989.
9. Тематический выпуск «Имитационное моделирование в задачах управления и инжиниринга» // Журнал «Автоматизация в промышленности» (ISSN 1819-5962), №7, Москва, 2012.
10. Тематический выпуск «Методы моделирования ТП в современных системах автоматизации» // Журнал «Автоматизация в промышленности» (ISSN 1819-5962), №7, Москва, 2013.

11. Aksyonov K.A., Antonova A.S. Multiagent genetic optimisation to solve the project scheduling problem under uncertainty // International Journal on Advances in Software, vol. 7, no. 1&2, June, 2014, pp. 1-19.
12. Aksyonov K., Bykov E., Aksyonova O. Real time simulation models integrated into the corporate information systems // 33rd Chinese Control Conference, CCC 2014; Nanjing; China; 28 July 2014 through 30 July 2014, P. 6810-6813.
13. Adam Baddock, Sean Gahagan, Thomas Lhotsky, Christopher Tupino and Haiping Xu Automatic creation of daily pseudo-schedules for a printed circuit board shop using Arena, Access and Excel // In «Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference», edited by A. Tolk, S.Y. Diallo, I.O. Ryzhov, L. Yilmaz, S.Buckley, and J.A. Miller. P.4132-4133. Savannah, штат Джорджия, USA.
14. Byoung K. Choi, Donghun Kang How to develop your own simulators for discrete-event systems // In «Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference», edited by A. Tolk, S.Y. Diallo, I.O. Ryzhov, L. Yilmaz, S.Buckley, and J.A. Miller. P.147-161. Savannah, штат Джорджия, USA.
15. Daniel Dawson, Peer-Olaf Siebers, Tuong Manh Vu Opening Pandora's Box: Some Insight into the Inner Workings of an Agent-Based Simulation Environment // Proceedings of the 2014 Federated Conference on Computer Science and Information Systems pp. 1453–1460.
16. Mikov A., Zamiatina E. Program Tools and Language for Networks Simulation and Analysis // Proceedings SDN & NFV – The Next Generation of Computational Infrastructure: 2014 International Science and Technology Conference «Modern Networking Technologies (MoNeTec)» October 27-29, 2014 Lomonosov Moscow State University pp. 94-102.
17. Vasileva S., A. Milev. Comparative Simulating Analysis of Timestamp Ordering and Two-Version Two Phase Locking in Distributed Databases. Science. Education. Innovation International Journal Scientific and applied research, Vol. 2, 2014, pp. 27-38.
18. Шевченко Д.Н., Кривенков С.В. Методика тестирования и использования генераторов псевдослучайных последовательностей // Проблемы физики, математики и техники, № 2 (19), 2014. С.89-95.
19. Aksyonov K., Bykov E., Aksyonova O., Goncharova N., Nevolina A. Analysis of Simulation Modeling Systems Illustrated with the Problem of Model Design for the Subject of Technological Logistics (WIP) // Society for Modeling & Simulation International (SCS). 2015 Summer Simulation Multi-Conference (SummerSim'15). Chicago. USA. 26-29 июля, 2015. P. 345-348.
20. Albey Erinc, Uzsoy Reha. Lead time modeling in production planning // Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference L. Yilmaz, W. K V. Chan, I. Moon, T. M. K. Roeder, C. Macal, and M. D. Rossetti, eds.. – 2015. Huntington Beach, California, USA. – P.1996-2007.
21. Aliyu Hamzat Olanrewaju, Traore Mamadou Kaba. Toward an integrated framework for the simulation, formal analysis and enactment of discrete events systems models // Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference L.

- Yilmaz, W. K V. Chan, I. Moon, T. M. K. Roeder, C. Macal, and M. D. Rossetti, eds.. – 2015. Huntington Beach, California, USA. – P.3090-3091.
22. Amblard Frederic, Bouadjio-Boulic Audren, Gutierrez Carlos Sureda, Gaudou Benoit. Which models are used in social simulation to generate social networks? a review of 17 years of publications in JASSS // Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference L. Yilmaz, W. K V. Chan, I. Moon, T. M. K. Roeder, C. Macal, and M. D. Rossetti, eds.. – 2015. Huntington Beach, California, USA. – P.4021-4032.
 23. Muhammad Arshad, Iftikhar Husain, Atif Zeb, Shahid Maqsood Strategy Formulation for Diagnostics of MRP Driven Production Line through Internal Benchmarking, Simulation and Regression analysis // Technical Journal, University of Engineering and Technology (UET) Taxila, Pakistan Vol. 20(SI) No.II(S)-2015.
 24. Barton Russell R. Tutorial: simulation metamodeling // Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference L. Yilmaz, W. K V. Chan, I. Moon, T. M. K. Roeder, C. Macal, and M. D. Rossetti, eds.. – 2015. Huntington Beach, California, USA. – P.1765-1779.
 25. Bhakti Stephan Onggo, Mumtaz Karatas. Agent-based model of maritime search operations: a validation using test-driven simulation modelling // Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference L. Yilmaz, W. K V. Chan, I. Moon, T. M. K. Roeder, C. Macal, and M. D. Rossetti, eds.. – 2015. Huntington Beach, California, USA. – P.254-265.
 26. Björn Erichsen, Tobias Reggelin, Sebastian Lang, Horst Manner-Romberg. Hierarchical Mesoscopic Simulation Models Of Parcel Service // The 17th International Conference on Harbor, Maritime & Multimodal Logistics Modelling and Simulation. 2015. P. 73-78.
 27. Borodin A., Kiselev Y., Mirvoda S, and Porshnev S. On design of domain-specific query language for the metallurgical industry // Proceedings of 11th Int. Conference BDAS 2015: Beyond Databases, Architectures and Structures: Communications in Computer and Information Science, 26-29 May 2015, Ustron, vol. 521, pp. 505-515.
 28. Bradley Randolph L., Bergman Jennifer J., Noble James S., McGarvey Ronald G. Evaluating a bayesian approach to demand forecasting with simulation // Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference L. Yilmaz, W. K V. Chan, I. Moon, T. M. K. Roeder, C. Macal, and M. D. Rossetti, eds.. – 2015. Huntington Beach, California, USA. – P.1868-1879.
 29. Chapuis Guillaume, Eidenbenz Stephan, Santhi Nandakishore, Park Eun Jung. Simian integrated framework for parallel discrete event simulation on GPUs // Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference L. Yilmaz, W. K V. Chan, I. Moon, T. M. K. Roeder, C. Macal, and M. D. Rossetti, eds.. – 2015. Huntington Beach, California, USA. – P.1127-1138.
 30. Culciar, A., S. Vasileva. Simulation Studies of the Implementation of Centralized Two-Phase Locking in DDBMS. // 29th European Conference on Modelling and Simulation, May, 26th - 29th, 2015, Albena(Varna), pp.107-114.

31. Vasileva, S. Some applications of the GPSS World Extended Editor to create of educative simulation models. // Journal of the Technical University Sofia, branch Plovdiv. «Fundamental Sciences and Applications», Vol. 21, Book 1, 2015, pp.215-220
32. Абу-Абед Ф.Н., Мартынов Д.В., Сергиенко С.В., Кордюков Р.Ю. Имитационная модель оценки производительности ремонтно-диагностического комплекса // Международный научно-практический журнал «Программные продукты и системы» (Software & Systems). № 1 (109), 2015. Тверь. С.107-116.
33. Аксенов К.А. Метод анализа и устранения узких мест мультиагентного процесса преобразования ресурсов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; URL: www.science-education.ru/121-18538.
34. Алёхина А.Э., Ощепков М.И., Метельский Д.А. Имитационное моделирование управления поставками на примере торговой сети ООО «Евроопт» с использованием карты ГИС // Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2015: тези доповідей Десятої міжнародної науково-практичної конференції (Чернігів, 22-26 червня 2015 р.) / М-во осв. і наук. України, Нац. Акад. наук України, Академія технологічних наук України, Інженерна академія України та ін. – Чернігів : ЧНТУ, 2015. – 469с. ISBN 978-966-2188-64-6. С.165-168.
35. Андреев Н.С., Долгов В.А., Кабанов А.А. Среднесрочное планирование производственных мощностей судостроительных и судоремонтных предприятий путем имитационного моделирования материальных потоков // Рациональное управление предприятием. 2015. № 3. С. 24-26.
36. Бабина О.И. Имитационная модель склада промышленного предприятия по производству бетона // Журнал «БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА», №1(31)–2015 г. С.41-50.
37. Бабина О.И., Барышев Р.А., Селезнев А.О. Разработка имитационной модели системы обслуживания в библиотеке // Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2015: тези доповідей Десятої міжнародної науково-практичної конференції (Чернігів, 22-26 червня 2015 р.) / М-во осв. і наук. України, Нац. Акад. наук України, Академія технологічних наук України, Інженерна академія України та ін. – Чернігів: ЧНТУ, 2015. – 469с. ISBN 978-966-2188-64-6. С.225-227.
38. Бекларян А.Л., Акопов А.С. Моделирование поведения толпы на основе интеллектуальной динамики взаимодействующих агентов // Бизнес-информатика. 2015. № 1 (31). С. 69–77.
39. Богомолова М.А. Разработка структуры имитационной системы управления бизнес-процессами // «Экономика и социум», №6(19), 2015.
40. Боровикова Надежда Моделирование как средство поддержки принятия решения при реконфигурации транспортного терминала // Труды 27-ой научно-практической и учебно-методической конференции «Наука и технология – шаг в будущее» («RESEARCH and TECHNOLOGY – STEP into the FUTURE 2015»), Vol. 10, No. 1. Рига. Латвия. 23–24 апреля 2015 г. С.84.

41. Бутакова М.А., Гуда А.Н., Чернов А.В., Чубейко С.В. Оценка надежности программного обеспечения методами дискретно-событийного моделирования // Международный научно-практический журнал «Программные продукты и системы» (Software & Systems), № 4 (112), 2015, Тверь. С.158-165.
42. Буянова А.С., Ростовский Н.С., Смирнов Д.С. Имитационное моделирование динамики функционирования экономических агентов, придерживающихся различных стратегий развития // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. Аннотации докладов. Том 3. Секция «Экономика и управление». ISBN 978-5-7262-2052-9. С.182.
43. Грибанова Е.Б. Процессно-ориентированное моделирование систем массового обслуживания в Excel // Научно-практический журнал «Прикладная информатика», том 10, №6 (60), 2015 год. Москва. ISSN 193-8314. С.83-90.
44. Дровяников В.И., Хаймович И.Н. Имитационное моделирование управления социальным кластером в системе Anylogic // Фундаментальные исследования, № 8, 2015. С.361-366.
45. Маторин С.И., Жихарев А.Г., Зайцева Н.О. Имитационное моделирование с использованием системно-объектного подхода // Научно-практический журнал «Прикладная информатика», том 10, №6 (60), 2015 год. Москва. ISSN 193-8314. С.91-104.
46. Молев А.А., Колесников А.С. Моделирование в среде Anylogic систем радиосвязи, построенных на основе когнитивных технологий // Материалы XV международной научно-методической конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии». Воронеж, ВГУ, 2015г., том I, с. 349-354, 489 с.
47. Петровский Григорий Применение аналитических методов и имитационного моделирования для расчетов беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11N // Труды 27-ой научно-практической и учебно-методической конференции «Наука и технология – шаг в будущее» («RESEARCH and TECHNOLOGY – STEP into the FUTURE 2015»), Vol. 10, No. 1. Рига. Латвия. 23–24 апреля 2015 г. С.54.
48. Феоктистов А.Г., Башарина О.Ю. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем в распределенной вычислительной среде // Международный научно-практический журнал «Программные продукты и системы» (Software & Systems), № 3 (111), 2015, Тверь. С.75-79.

список литературы перед АИ (Житова и др.)