УДК 62-523.8 https://doi.org/10.33082/td.2018.2-3.18

ІМІТАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ

І.А. Тузова
ст. викладач кафедри «Технічна кібернетика ім. проф. Р.В. Меркта»
irinatuzova@yandex.ua
В.В. Челабчі
ст. викладач кафедри «Технічна кібернетика ім. проф. Р.В. Меркта»
vl_chel@ukr.net
В.М. Челабчі
к.т.н., професор кафедри «Технічна кібернетика ім. проф. Р.В. Меркта»
vn_chel@ukr.net

Одеський національний морський університет

Анотація. *У статті наведено короткий огляд з проблеми створення та експлуатації програмних імітаторів при навчанні та підвищенні кваліфікації.*

Розглядаються програмні імітатори технічних пристроїв. Кожен імітатор, на думку авторів, слід орієнтувати на навчання користувачів по окремій проблемі. Це дозволить користувачеві зі списку імітаторів обрати найбільш підходящий. Слід враховувати рівень знань користувача. Описано рекомендації авторів зі створення автономних імітаторів, які не вимагають використання Internet.

Ключові слова*: імітатор, програма, техніка.*

ИМИТАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

И.А. Тузова
ст. преподаватель кафедры «Техническая кибернетика им. проф. Р.В. Меркта»
В.В. Челабчи
ст. преподаватель кафедры «Техническая кибернетика им. проф. Р.В. Меркта»
В.М. Челабчи
к.т.н., профессор кафедры «Техническая кибернетика им. проф. Р.В. Меркта»

Одесский национальний морской университет

Аннотация. *В статье приведен краткий обзор по проблеме создания и эксплуатации программных имитаторов при обучении и повышении квалификации.*

Рассматриваются программные имитаторы технических устройств. Каждый имитатор, по мнению авторов, следует ориентировать на обучение пользователей по отдельной проблеме. Это позволит пользователю из списка имитаторов выбрать наиболее подходящий. Следует учитывать уровень знаний пользователя.

Описаны рекомендации авторов по созданию автономных имитаторов не требующих использование Internet.

Ключевые слова: *имитатор, программа, техника.*

© Тузова І.А., Челабчі В.В., Челабчі В.М., 2018

UDC 62-523.8

IMITATION TECHNOLOGIES IN REMOTE TRAINING

I.A. Tusova
Art. Teacher of the Department «Technical Cybernetics them. prof. R.V. Merkta»
irinatuzova@yandex.ua
V.V. Chelabchi
Art. Teacher of the Department «Technical Cybernetics them. prof. R.V. Merkta»
vl_chel@ukr.net
V.M. **Chelabchi**
Ph.D., Professor of the Department «Technical Cybernetics them. prof. R.V. Merkta»
vn_chel@ukr.net

Odessa National Maritime University

Abstract. *The article gives a brief overview of the problem of creating and operating software simulators for training and advanced training.*

Software simulators of technical devices are considered. Each simulator, according to the authors, should be oriented towards training users on a particular issue. This will allow the user from the list of simulators to choose the most suitable. The level of knowledge of the user should be taken into account. The author's recommendations for creating offline simulators that do not require the use of the Internet are described.

Keywords: *simulator, program, technique.*

Вступ. Розвиток цивілізації вимагає безперервного вдосконалення засобів виробництва для забезпечення умов мешкання і виживання людства. В першу чергу потрібний неухильний розвиток сучасних технологій в різних сферах виробництва і в управлінні інфраструктурою. Для вирішення обумовленої проблеми потрібні професіонали, що уміють грамотно поставити задачи і запропонувати обгрунтовані оптимальні рішення. Тому підготовка фахівців, що відповідають сучасним вимогам, є пріоритетним завданням будь-якої країни.

Становлення професіонала – тривалий і досить витратний процес. Крім того, фахівцеві необхідно не лише підтримувати придбаний рівень знань, але і безперервно удосконалювати його з урахуванням розвитку сучасних технологій і наукових досягнень. В цьому випадку без самоосвіти не обійтися [1].

Велику допомогу в початковому навчанні фахівця (як правило, у вищому учбовому закладі) і в подальшому підвищенні кваліфікації при самоосвіті можуть зробити різного роду імітаційні технології, втілені в програмні імітатори процесів і об'єктів [2]-[4]. Важливо забезпечити їх доступність (низька ціна, простота у використанні), достатнє методичне і інформаційне забезпечення.

Аналіз досліджень і публікацій. Імітаційні технології (ІТ) знайшли широке застосування в учбовому процесі і наукових дослідженнях

[5]-[7]. Їх розвиток здійснювався по двох основних напрямах: аналітичні і імітаційні технології.

Аналітичні (феноменологічні) імітаційні технології грунтовані на класичних принципах математичного моделювання, коли для опису процесів в досліджуваних об'єктах найчастіше використовується феноменологічний підхід, тобто використовуються математичні моделі у вигляді рівнянь (чи систем рівнянь) з усіма необхідними умовами однозначності. Такі детерміновані математичні моделі зручні для вивчення в процесі навчання особливостей процесів в об'єктах. Далі по тексту такі технології позначаються як ІТД − імітаційні технології детермінованого типу [8]-[9].

Для імітації поведінки об'єкту при заданих на нього діях використовуються відомі чисельні методи рішення рівнянь математичної моделі. Обумовлений підхід зручний як при імітації процесів в існуючих, так і в проектованих об'єктах. Особливо продуктивні ІТД в процесі навчання (системи Scilab, Maxima).

Вони дозволяють виявити вплив окремих елементів об'єкту на його функціонування і проводити пошуки оптимальних режимів роботи об'єкту при багатоваріантних дослідженнях. Слід тільки пам'ятати напуття Я.Б. Зельдовича: «За каждым членом уравнения необходимо видеть физику процесса».

Імітаційні технології з детермінованими математичними моделями успішно використовуються при проведенні обчислювальних експериментів, коли необхідно з мінімальними витратами отримувати інформацію про процеси в об'єктах по рівню достовірності, що наближається до натурного експерименту [10]-[11].

Імітаційні технології на основі стохастичних моделей (ІТС) призначені для обробки інформації про об'єкти представлені частіше всього в імовірнісному плані. Прикладом можуть служити системи GPSS, Plant Simulation. Вони, в першу чергу, призначені для дослідження існуючих систем [12]-[15]. Результати представляються в імовірнісній інтерпретації. Останнім часом цей напрям розвивається у бік штучних нейронних мереж. Імітаційні моделі на основі стохастичних моделей зручно використати в навчанні при вивченні поведінки існуючих систем і для пошуку оптимальних варіантів їх експлуатації. При подібних дослідженнях виникає необхідність в спеціальному програмному забезпеченні (наприклад, GPSS), що при дистанційній формі навчання не завжди можливо.

Стосовно процесу навчання або підвищення кваліфікації реалізація імітаційних технологій найчастіше здійснюється у вигляді програмних імітаторів і тренажерів.

В процесі навчання і становленні фахівців в різних сферах науки і техніки найбільше поширення отримали програмні імітатори [16]. Вони використовуються на різних рівнях навчання. Їх використання можливо як в процесі навчання у ВНЗ, так і при дистанційній формі навчання. Як правило, це програми, які використовуються у вигляді виконуваних

модулів, реалізованих в середовищі різних систем програмування. В них не застосовуються технічні (приладові) засоби і вони відносно дешеві. Часто ці імітатори мають статус безкоштовних і вільно поширюваних (free).

Найбільш поширені системи дистанційної освіти: Moodle, Edmodo, Google Classroom, OnLineTestPad. Вони орієнтовані на навчання і проведення тестування через Internet.

Систему Moodle [15] (як втім і інші, що орієнтовані на роботу в Internet) потрібно десь встановлювати (потрібен сервер або хостинг). Все це може виявитися непосильним і дорогим завданням для користувача. Вона споживає багато ресурсів. Завдяки універсальності вона занадто громіздка і вимагає серйозної підготовки.

На наш погляд, такі системи дистанційної освіти орієнтовані, перш за все, на вузи і солідні організації.

Тренажери включають окрім розвиненого програмного забезпечення також досить складне і дороге апаратне забезпечення, що моделює роботу різних елементів реальних виробничих об'єктів. Найчастіше тренажери використовуються в тих областях, де потрібен розвиток у навчаного навичок оперативно приймати рішення адекватне виникаючій ситуації [19]-[20]. Сфера їх застосування – транспорт (авіаційний або морський) і військова справа.

Мета статті. Основна мета – сформулювати вимоги до програмних імітаторів з урахуванням проблематики різних областей техніки.

Автори статті працюють в технічному ВНЗ, тому спрямованість їх розробок орієнтована, в першу чергу, на області технічних і технологічних об'єктів. Крім того, важливим, з точки зору авторів, є вдосконалення процесу стандартного аудиторного (в ВНЗ) і дистанційного навчання з використанням програмних імітаторів.

Основні положення. Програмні імітатори, на наш погляд, повинні бути орієнтовані на самоосвіту з урахуванням різного рівня підготовки користувача та, на наш погляд, повинні відповідати таким вимогам:

1. Матеріал викладається простою мовою без зайвої математизації і без використання (якщо можливо) специфічних рідко використовуваних термінів.

2. Використовуються, в основному, доступні програмні засоби (Excel, Access). При необхідності використання програм, підготовлених в різних системах програмування, програми представляються у вигляді виконуваних модулів. В цьому випадку має бути докладний опис даних, що вводяться із зазначенням їх структури і форматів.

3. Для зменшення витрат часу на реалізацію моделювання процесів в середовищі Excel бажано надавати користувачеві (де це доречно) готові форми таблиць.

4. Бази необхідних даних ведуться в Access, що дозволяє користувачеві самостійно формувати персональні бази даних.

5. Для комп'ютерного моделювання процесів в досліджуваних об'єктах (на рівні обчислювального експерименту) слід використовувати чисельні методи, що відповідають вимогам:

− чисельні методи повинні мати абсолютну стійкість або, у всякому разі, стійкістю в максимально широкому діапазоні параметрів моделі;

− методики повинні забезпечувати максимально низьку методичну погрішність чисельного методу;

− методики повинні забезпечувати швидку збіжність використовуваних ітераційних процесів;

− методики повинні бути інваріантні до виду і рівню дії на об'єкт;

− методики повинні дозволяти, апріорі, оцінювати погрішність результатів моделювання;

− оскільки метою використання імітаторів є вивчення об'єктів різних областей техніки, а не особливостей чисельних методів моделювання, слід (по можливості) використовувати автоматичне налаштування чисельних методів, щоб не відволікати користувача від вирішення проблем з досліджуваної проблеми;

− методики повинні забезпечувати високу міру достовірності результатів моделювання за рахунок активного управління технологіями моделювання процесів і об'єктів.

6. Оцінка ефективності методик моделювання динаміки об'єктів має сенс проводити шляхом порівняння результатами вирішення задачі пропонованими методами з точним аналітичним рішенням при одному і тому ж впливі на об'єкт.

7. При розробці імітаторів слід враховувати початкову підготовку користувача. Можливо, слід виділити два рівня імітаторів: імітатори для первинного вивчення проблеми (для школярів старших класів і студентів) та імітатори для підвищення професійного рівня працівників різних галузей промисловості (вони, як правило, мають вищу освіту).

8. Імітатори повинні бути автономні і не вимагати обов'язкового безпосереднього зв'язку із сайтами Internet. Для експлуатації імітаторів має бути досить обчислювальних ресурсів на рівні ноутбуків.

9. На наш погляд, імітатор повинен включати наступні елементи.

У імітаторах використовуються методи обчислювального експерименту. Особливо важливо забезпечити достатню вірогідність одержуваних в експерименті результатів при мінімізації витрат. Вірогідність інформації, отриманої в обчислювальному експерименті, в першу чергу, залежить від того, наскільки докладно й адекватно використовувані моделі описують процеси в системі.

Рисунок. Структура імітатора

Моделі найчастіше формуються на основі феноменологічного підходу. Однак, коли дослідженню підлягають уже існуючі системи, що перебувають в експлуатації, використовуються методи ідентифікації на основі обробки експериментальних даних. Тому необхідне створення програмних імітаторів орієнтованих на параметричну ідентифікацію математичних моделей процесів в об'єктах різного типу.

Рекомендації. Автори забезпечували навчальний процес з дисциплін: «Чисельні методи», «Моделювання систем», «Математичні методи та моделі», керували виконанням курсових і дипломних проектів. На основі особистого досвіду автори сформулювали наступні рекомендації.

1. Необхідно настійно рекомендувати користувачам використання декількох джерел інформації з проблеми. Це розширює кругозір користувача і є стимулом для проведення аналізу. Слід попередити, що інформація в Inernet може містити помилки. Доступність Inernet, на жаль, дає

можливість графоманам і некомпетентним особам поширювати помилкову або фальшиву інформацію.

2. Необхідно попередити користувача, що в імітаторі (як втім і в будь-яких розрахунках) використовується система одиниць СІ.

3. Для проведення досліджень має сенс запропонувати найбільш прості і доступні засоби (наприклад Excel) [21]-[23].

4. Для опису нелінійних залежностей краще використовувати формули, а не таблиці [24].

5. У демонстраційних прикладах в таблицях Excel має сенс застосовувати стрілки та іншу графіку для пояснення суті виконуваних дій.

6. При підготовці прикладів моделювання поведінки різних об'єктів має сенс (по можливості) обирати об'єкти знайомі користувачеві. При цьому математичні моделі таких об'єктів можна попередньо отримувати шляхом параметричної ідентифікації з використанням реальних експериментальних даних [25]-[26].

7. При підготовці демонстраційних завдань і програмного забезпечення для обчислювального експерименту при дослідженні динамічних режимів об'єктів слід використовувати аналітико-сіткові і проекційно-сіткові методи, які забезпечують абсолютну стійкість обчислювального процесу. При застосуванні проекціно-сіткових методів бажано (без участі користувача) автоматично призначати керуючі параметри методу згідно [27].

Висновки. На підставі аналізу існуючого стану в області програмних імітаторів і досвіду роботи зі студентами технічного вузу автори пропонують наступний підхід до створення імітаторів роботи технічних пристроїв.

Імітатори слід орієнтувати на вивчення користувачем окремих проблем моделювання процесів в об'єктах. Це спростить навчання і дозволить користувачу зі списку імітаторів обрати найбільш підходящий.

Імітатори повинні бути автономні і не вимагати обов'язкового безпосереднього зв'язку із сайтами Internet.

Для експлуатації імітаторів має бути досить обчислювальних ресурсів на рівні ноутбуків.

При розробці імітаторів слід враховувати початкову підготовку користувача. Можливо, слід виділити два рівня імітаторів: імітатори для первинного вивчення проблеми (для школярів старших класів і студентів) і імітатори для підвищення професійного рівня працівників різних галузей промисловості (вони, як правило, мають вищу освіту).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Тавгень И.А. Дистанционное обучение: опыт, проблемы, перспективы. / И.А. Тавгень. – 2-е изд., исправл. и доп. / Под ред. Ю.В.Позняка. − М.: БГУ, 2003. – 227 с.*

2. *Томашевський В.М. Огляд сучасного стану систем дистанційного навчання [Электронный ресурс] / В.М. Томашевський, Ю.Л. Новіков. – Режим доступу http://lib.chdu.edu.ua/pdf/naukpraci/computer/2011/160-148-23.pdf. – Дата доступу 20.10.2017.*
3. *Челабчі В.М. Програмні імітатори в дистанційному навчанні / І.А. Тузова, В.М. Челабчи // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні управляючі системи та технології» 20-22 вересня. – Одеса: «Видав-інформ» НУ «ОМА», 2016. – С. 81-83.*
4. *Нечаевский А.В. История развития компьютерного имитационного моделирования / А.В. Нечаевский // Электронный журнал «Системный анализ в науке и образовании». – 2013. − № 2. − С. 1-15.*
5. *Шахмаев Н.М. Технические средства дистанционного обучения / Н.М Шахмаев. − М.: Знание, 2000. – 276 с.*
6. *Нестеров К.Е. Компьютерные симуляторы промышленных установок и робототехнических комплексов / А.М. Зюзев, К.Е. Нестеров // Сборник материалов VIII международной научно-методической конференции «Новые образовательные технологии в вузе НОТВ-2011». − Екатеринбург: УрФУ, 2011. − С. 335-341.*
7. *Коженков А.О. Виртуальные симуляторы специальной техники в системе высшего образования / А.О. Коженков // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12-2. – С. 278-282.*
8. *Рахманов Ф.Г. Применение имитационных виртуальных тренажёров в процессе профессионального обучения / Ф.Г. Рахманов // Молодой ученый. − 2015. − № 9. − С. 1173-1175.*
9. *Computer Training Systems for Russians armored vehicles [Электронний ресурс] – Режим доступу: http:// logos.mephi.ru. – Дата доступу 02.11.2017.*
10. *Экспериментальный Научно-Исследовательский и Методический Центр «Моделирующие Системы» (ЭНИМЦ МС) [Электронный ресурс] режим доступу: http://www.ssl.obninsk.ru. – Дата доступу 02.11.2017.*
11. *Исследовательский центр «СПЕКТР» [Электронный ресурс] – Режим доступу: http://www.rc-spectr.ru. – Дата доступу 02.11.2017.*
12. *Шевченко Д.Н. Имитационное моделирование на GPSS: Учеб.-метод.пособие для студентов технических специальностей / Д.Н. Шевченко, И.Н. Кравченя. – Гомель: БелГУТ, 2007. – 97 с.*
13. *Томашевский В.Н. Имитационное моделирование в среде GPSS / В.Н. Томашевский, Е.Г. Жданова. – М.: Бестселлер, 2003. – 416 с.*

14. *Шрайбер Т. Дж. Моделирование на GPSS / Т.Дж. Шрайбер. – М.: Машиностроение, 1980. – 593 с.*
15. *Thomas J. Schriber. An Introduction to Simulation Using GPSS / H. John Wile & Sons. – 1991. – P. 425.*
16. *Еремин Е.А. Принципы разработки программ-имитаторов и исследования их эффективности / Е.А. Еремин, А.В. Князев, Е.К. Хеннер // Педагогическая інформатика. − 2000. – № 1. – С.53-64.*
17. *The official web-site of Moodle LMS [Электронный ресурс]. – Режим доступу: http://moodle.org. – Дата доступу 11.10.2017.*
18. *Программно-аппаратный тренажёр интегрированного мостика судна с визуализацией − MARIB [Электронный ресурс]. – Режим доступу: http://www.ntutc.ru/maribs.htm. – Дата доступу 21.10.2017.*
19. *Муха Н.И., Тренажер судовой автоматизированной электроэнергетической системы / Н.И. Муха, А.О. Дранкова, В.Н. Волошин, А.Р. Миська, С.А. Дудко // Авиационно-космическая техника и технология: Научно-технический журнал. – Харьков: ХАИ, 2011. – № 9(86). – С. 207-211.*
20. *Миська А.Р. Информационный подход к мониторингу технического состояния судовых дизель-генераторных установок / Н.И. Муха, А.О. Дранкова, В.Н. Волошин, А.Р. Миська // Авиационно-космическая техника и технология: Научно-техниче-ский журнал. – Харьков: ХАИ, 2010. – № 8(75). – С. 136-139.*
21. *Челабчи В.Н. Расчеты в Excel: Учебн. пособие / В.Н. Челабчи, В.В. Челабчи. – Одесса: ОДМУ, 2004. – 56 с.*
22. *Челабчі В.М. Чисельні методи: Навч. посібник / І.А. Тузова, В.В. Челабчи, В.М. Челабчи. – Одеса: ОНМУ, 2012. – 39 с.*
23. *Челабчі В.Н. Використання програмного продукту Excel при викладанні курсу «Моделювання систем» / І.А. Тузова, Т.Д. Панченко, В.В. Челабчі, В.Н. Челабчі // Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць. – Одеса: ОНМУ, 2017. – № 1(50). – С. 13.*
24. *Челабчі В.В. Керована ідентифікація нелінійних статичних характеристик об'єктів / О.М. Бдуль, В.В. Челабчі // Сб. научн. трудов Sword. – Вып. 2. − Т. 29. – Иваново: МАРКОВА АД, 2014. – С. 37-41.*
25. *Меркт Р.В. Обчислювальний експеримент. Динаміка систем / Р.В. Меркт, В.В. Челабчі, В.М. Челабчі, І.А. Кукішев // Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць. – Одеса: ОНМУ, 2014. – № 1(40). – С. 214-227.*

26. *Челабчи В.В. Управляемая идентификация моделей динамических систем / В.В. Челабчи, В.Н. Челабчи // Materialy IX Megdynarodowej naukovowi-praktycznej konferencij. «Perspektywiczne opracowania sa nauka I technikami-2013». Matematyka. – Przemysl: Nauka i studia, 2013. – Vol. 33. – С. 47-51.*
27. *Челабчі В.Н. Вибір чисельних методів при моделюванні динаміки систем / Т.Д. Панченко, І.А. Тузова, В.В. Челабчі, В.М. Челабчі // Информационные технологии и средства обучения [Электронный ресурс], 2016. – Режим доступу: http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/author/submission/1387. – Дата доступа: 01.07.2016.*

Стаття надійшла до редакції 26.02.2018 р.