

Information technology Applications

APLIKÁCIE informačných technológií

1 2017

Information technology Applications / APLIKÁCIE informačných technológií 1-2017

ISSN: 2455-7497 (online)
ISSN: 1309-6468 (print version)
9 771338 646800
51



Contents / Содержание

Editorial / Предисловие

Research papers / Исследовательские работы

- ▶ *The development of e-learning from the creativity as an exact science point of view / Развитие электронного обучения с позиций теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) 3*
H. Breslav

- ▶ *The complexity of market dynamics: computational intelligence assisted investigations 19*
L. Andrášik

- ▶ *To the question of evaluation in open, distant and e-learning 40*
M. Pannatier

- ▶ *Methodology of vulnerability assessment for various types of cloud structures . . . 51*
A. Tsaregorodtsev, A. Zelenina, E. Ružický

- ▶ *The method of estimating the parameters of the electromagnetic fields scattered by the object with complex form in the near zone of wireless sensor networks / Методика оценки параметров электромагнитных полей, рассеянных объектом, имеющим сложную форму, в ближней зоне беспроводных сенсорных сетей 60*
A. Preobrazhensky, Y. Lvovich, J. Štefanovič

- ▶ *The technique of calculation of scattering characteristics of objects in the given range of wave lengths / Методика расчета характеристик рассеяния объектов в диапазоне длин волн*
I. Lvovich, V. Kostrova 73

Information / Информация

- ▶ *Information system for time measurement 82*
A. Kováč

- ▶ *First Lego League in Slovakia 89*
J. Štefanovič

Editorial / Предисловие

.....

Dear reader,

this issue is dedicated to various current topics of applied research in information technology. Here we appreciate all contribution from authors and reviewers, with many thanks for their work and interest. Some articles are written by research scientists of Pan-European University in Bratislava (Slovakia), in collaboration with scientists from Voronezh Institute of High Technologies (Russia).

Main attempt of this ITA journal is to present the state of art in various branches of applied research at current level. Nowadays we still hope about some effectiveness of e-learning due to ubiquitous communication technology in the world tightly linked together, with still increasing density of wireless connection and data sharing. Such previous sentence is a short introduction to the following small collection of articles in our issue: e-learning, clouds, wireless systems and hence complexity and vulnerability.

Moreover, we have included into the Information part an example of student project and last but not least a short description of the regional/international competition for young people which supports their interests in technology.

We will try to keep this character of journal in the future, to bring short summary from current state of art in IT applied research. Moreover, there is an attempt to keep the connection between West and East, which is important in every complicated epoch.

Juraj Štefanovič



The development of e-learning from the Creativity as an Exact Science point of view

Развитие электронного обучения с позиций теории решения изобретательских задач (ТРИЗ)

Helen Breslav

Abstract:

Purpose: identify patterns of e-learning development in the past and predict them in the future, which helps managers and instructors of educational institutions to make decisions of the competence and training formation.

Design: Methodology of the analysis and forecasting was the Creativity as an Exact Science especially laws of system evolution: increasing degree of system ideality, transition to a super-system (higher-level system), non-uniform evolution of sub-systems, coordination (harmonization) of rhythms and others.

Findings: e-learning evolution is completely consistent with the laws listed. Comparative analysis shows similarities and differences between e-learning and distance learning technologies. The forecast of the further development of e-learning also shows the major problems that can impede it, in particular, the significant differences in the speed of changes for example. Necessities of employers and society change quickly, whereas teachers usually understand the changes slowly. Synchronization of the rhythms is a key factor of the educational organization success in the future, and the educational organization management is fully responsible for it. It is shown that e-learning is becoming a mandatory part of the training at all. However the teacher's role remains the most important, although affected.

Originality and Value: the practical application of the forecast are the reasonable decisions of the competence and training formation. Forecast of the e-learning radical expansion, on the one hand, is not new; on the other hand originality is in the justification of the total e-learning "capture" not only in education, but also in several related areas of activity.

Paper Category: Research work / Conceptual paper.

Keywords:

E-learning, distance education technologies, Creativity as an Exact Science, education system evolution, laws of system evolution..

ACM Computing Classification System:

CCS, Applied computing, Education, E-learning

Аннотация

Цель публикации: выявить закономерности развития электронного обучения в прошлом и дать прогноз на будущее, который помогает руководителям образовательных организаций и преподавателям принимать решения по формированию компетенций и организации обучения.

Методологией анализа и прогнозирования выступает теория решения изобретательских задач в части законов развития систем: повышения идеальности, перехода в надсистему, неравномерности развития частей системы, минимальной работоспособности основных частей системы, согласования ритмики частей системы.

Результаты: показано, что развитие электронного обучения полностью соответствует перечисленным законам. Проведен анализ сходства и различия между электронным обучением и дистанционными образовательными технологиями. Дается прогноз дальнейшего развития электронного обучения и основных проблем, которые могут ему препятствовать, в частности, субъективного понимания идеальности обучения различными участниками системы образования и существенных различий в темпах изменения (потребности работодателей и общества – быстро, преподавателей в ряде случаев медленно). Синхронизация темпов развития является одним из ключевых факторов успеха образовательной организации в будущем, и ответственность за нее целиком лежит на руководстве образовательной организации. Показано, что электронное обучение становится обязательной частью обучения вообще. Однако, несмотря на обязательность электронного обучения, роль преподавателя сохраняет свою важность, хотя и изменяется.

Новизна и значение публикации: практическим применением сделанного прогноза является уже указанное выше принятие решений по формированию компетенций и организации обучения. Прогноз радикального расширения электронного обучения, с одной стороны, не является новым; с другой – его новизна именно в обосновании тотального «захвата» электронным обучением не только сферы образования, но и ряда смежных областей жизнедеятельности.

Категория публикации: исследовательская работа.

Ключевые слова:

Электронное обучение, дистанционные образовательные технологии, ТРИЗ, развитие системы образования, законы развития систем.

▀ **Вступление**

Дистанционное обучение непрерывно и быстро развивается. И хотя у него есть противники, в т.ч. среди преподавателей, шествие дистанта по планете носит победный характер. Развитие дистанционных форм обучения во многих странах поддерживается решениями на государственном уровне.

Чтобы понять, почему так происходит, и дать прогноз развития дистанционного обучения на будущее, предлагаем воспользоваться **теорией решения изобретательских задач (ТРИЗ)** – она превосходно прогнозирует развитие как технических, так и социальных систем. Прогнозирование развития социальных систем отлажено хуже, чем технических, но проведенные эксперименты дали успешные результаты [1-3].

▀ **1 Общий подход к анализу и этапы развития системы образования**

Первый закон ТРИЗ – это закон повышения степени идеальности системы, согласно которому любая система развивается по линии выполнения своих функций быстрее, легче, дешевле, с меньшими усилиями и т.д.

Очень удобный пример для понимания этого закона – развитие простой ручки, которое началось с настенной живописи (традиционный для ТРИЗ пример повышения идеальности системы). Обратите внимание, что вместе с развитием пишущего инструмента изменяется и носитель информации (связанная система), и надсистема, в которую входят в т.ч. фиксируемая информация и пользователи. Развитие же идет по линии удовлетворения потребностей, которые остаются на каждом этапе неудовлетворенными: *Table 1*, [4].

Для понимания системы образования давайте пройдем с вами по аналогичной линии времени, заостря внимание на дистанционных аспектах. Это вдвойне удобно, потому что образование теснейшим образом связано с носителями информации, и «традиционный пример развития ручки» может быть основой анализа образования: *Table 2*.

Обратим внимание на принципиальное изменение, отраженное символом разрыва таблицы: если до него образование зависело прежде всего от учителей и источников информации, причем учителя зачастую являлись владельцами этих источников информации или обеспечивали доступ к ним, то после этого разрыва, т.е. на данном этапе развития средств связи и СМИ, эта зависимость исчезла.

Учитель и система образования в целом перестали быть основным источником знаний, и их основная задача в рамках современного подхода к образованию – ориентировать и учить ориентироваться в потоке информации,

выбирать мнения и авторитеты, формировать целостную эффективную картину мира, отрабатывать практические навыки с помощью дистанционных инструментов. Для этого, безусловно, сами учителя должны это уметь [5].

Table 1: развитие пишущих инструментов.

Тип письма	Пишущий инструмент	Носитель информации	Фиксируемая информация	Пользователи	Неудовлетворенные потребности
Наскальная живопись	Красная (и другие) глина	Скала, стена	Изображение наиболее важных событий	Имеющие доступ к стене – члены семьи или племени	Нет возможности обмениваться информацией После уходе от «стены» можно и не вернуться, информация теряется
Клинопись	Стило (деревянная палочка или заостренный тростник)	Глиняная табличка	Счет важных предметов и объектов Основные сведения	Подготовленные писцы	Таблички тяжелые, трудно переносятся, искать информацию трудно, зафиксировать можно мало
Папирус, пергамент	Перья, кисти	Выделанная кожа или папирус	Основная, наиболее важная	Подготовленные писцы	Материал дорог (в отдельные периоды папирус был дороже пергамента)
Бумага	Перья, кисти	Отдельные листы, изредка книги	Наиболее важные тексты	Писцы, грамотные люди	Писать в целом долго, книги дороги, уникальны, отсутствует копирование. Сохранилось до нашего времени
Полиграфская печать	Типографский пресс	Бумага	Любые тексты	Грамотные люди	Книги относительно дороги, занимают место, затруднен поиск информации, распространение Актуальны для нашего времени
Компьютерная печать	Клавиатура	Компьютер или гаджет	Любая, в т.ч. изображения, аудио и видео	Любые, потребный уровень грамотности минимален	Внесение информации требует какого-то времени, хотя и значительно более короткого. Актуальность растет
Голосовой ввод	Отсутствует	Компьютер или гаджет	Любая текстовая, в т.ч. вызов голосом изображений, аудио и видео	Любые	Пока неясно

Рассмотрим коротко, как выглядит это коренное изменение.

Очное обучение в привычной форме, как видно из **Error! Reference source not found.**, берет свое начало в церковных университетах, которые предполагали обучение через чтение лекций и проведение семинаров.

Лекции именно читали – потому что лектор в прямом смысле слова читал для студентов книгу, которая существовала в единственном экземпляре и хранилась в данном университете при монастыре. Семинары же предполагали обсуждение прочитанного (услышанного).

Такой подход к обучению тяготеет к начетничеству и жестко зависит от уровня преподавателя и богатства доступных источников информации. Соответственно, и сегодня, если вуз остается внутри этого подхода, то нехватка хороших преподавателей кажется основной причиной, по которой уровень образования в нем не может быть повышен.

Table 2: развитие системы образования.

Тип образования	Носитель информации	Содержание обучения	Учителя	Обучаемые	Неудовлетворенные потребности
Внутри племени	Скала, стена	Передача опыта и основных знаний	Опытные члены племени	Дети, молодежь	Передается только часть информации и опыта, передача происходит медленно. Полнота и успешность обучения очень сильно зависят от личных качеств участников
Храмовое обучение	Глиняная табличка. Выделанная кожа или папирус, бумага	Передача основных знаний, правил, опыта. Наиболее важные тексты	Жрецы, мудрецы. Подготовленные писцы, наиболее грамотные люди	Отобранные обучаемые. Круг расширяется, но остается узким	Основная масса населения остается безграмотной, что имеет больше минусов, чем плюсов
Школы, сузы, вузы	Бумага	Любая печатная продукция	Грамотные люди	Дети, молодежь	В обмене мнениями, прозрачности, обмене опытом, выработке практических навыков
Современный подход к образованию	Компьютер или гаджет	Любая, в т.ч. изображения, аудио и видео. Любая текстовая, в т.ч. вызов голосом изображений, аудио и видео	Технически любые, включая шарлатанов	Непрерывное обучение в течение всей жизни	В ориентации в потоке информации, выборе авторитетов и мнений, в формировании целостной картины мира, в отработке практических навыков

Однако перевод образовательной организации в рамки современного подхода (см. дальше) радикально меняет эту ситуацию.

Заочное обучение появилось достаточно давно, еще в 70-е годы XIX века,

и основывалось на обычной почтовой связи. Его условием было распространение печатных машинок, которые позволяли передавать обучающимся, находящимся «где-то далеко», материалы для проработки и получать от них в ответ по почте задачи и решения. Однако быстро выявился основной недостаток заочного образования: мало кто из обучающихся отличается достаточной самодисциплиной для регулярных занятий, особенно когда речь идет о работающих студентах, которым нужны не столько знания, сколько документ об образовании. И даже самый лучший преподаватель склонен входить в положение студента и тем самым попадать в зависимость от его добросовестности [6].

- Эта проблема опять же прекрасно решается в рамках современного подхода к образованию.
- Подчеркнем еще раз проявившуюся *связь между доступностью и скоростью передачи информации и формами обучения.*
- Тогда какие же проблемы в современном подходе остаются или появляются?
- Чтобы их выявить, рассмотрим виды дистанционного обучения.

2 Очное и дистанционное обучение как части общей системы

Критериев классификации видов дистанционного обучения два: где по отношению к нам находится преподаватель, а где – студент:



Рисунок 1: классификация технологий обучения в зависимости от места нахождения преподавателей и обучаемых.

Во-первых, они оба могут находиться у нас здесь, на месте. Но тогда это будет не дистанционное обучение, а очное.

- Очное обучение может быть поддержано и усилено средствами электронного обучения: демонстрируемым видеоконтентом, деловыми играми с применением компьютерных сетей и многим другим.

Для многих очное обучение по результатам опросов по-прежнему является мечтой – типа оно самое эффективное, самое хорошее. Но, как любая мечта, оно на сегодняшний день недостижимо: не только в силу нехватки преподавателей, но прежде всего в силу нехватки свободного времени у обучающихся. С учетом реальных, а не умозрительных результатов чисто очное обучение сегодня неэффективно.

Второй вариант – это, когда преподаватель находится у нас (очно), а слушатель находится удаленно – так работают вебинары. Как бы все логично, но для регулярного образования не подходит. Почему?

- Вебинарами мы привлекаем дополнительную удаленную аудиторию, которая может находиться там, где ей удобно. Однако при этом сохраняется зависимость от уровня преподавателя и от добросовестности студента. Мало того: повышаются требования к технической базе, и со стороны студента растет число технических претензий и «отмазок». В самом деле, если студент говорит, что он вас не видит или не слышит, то вы, находясь на месте, никак не можете это проконтролировать. Получается, что вы виноваты в том, что студент вроде и явился на занятия, но знаний не получает. На самом же деле вы не можете убедиться в обоснованности его жалоб. Поэтому можно предположить, что этот сегмент будет сокращаться, заняв в итоге различное место в соответствии с конкретными обстоятельствами каждого учебного заведения, курса, целей и аудитории конкретного вебинара.
- Сделанный прогноз подтверждается высокой популярностью ВИДЕОЗАПИСЕЙ вебинаров, когда пользователь, не посетивший вебинар во время его проведения, потом просматривает его запись.

Третий вариант – это когда преподаватель находится где-то, а слушатель – у нас. Так работают видеолекции. При этом мы улучшаем возможности привлечения преподавателей, но проблема с обучением остается.

- Приглашение преподавателей из других городов расширяет круг профессорско-преподавательского состава (ППС) и повышает уровень учебных материалов, прежде всего лекций. Но иногороднему преподавателю нужно правильно поставить задачу, сделав, соответственно, методическую проработку курса на месте, кроме того, его гонорар зачастую выше гонораров местных профессоров. Но повышение уровня лекций и возможность неоднократного использования сделанной видеозаписей могут компенсировать эти первоначальные затраты.

И самый большой интерес представляет сегмент, когда и преподаватель, и слушатель находятся «где-то». Неважно – они могут быть в соседнем кабинете, в соседнем здании, в соседнем городе, а могут быть на противоположном конце земного шара – мы организуем учебный процесс, а главное – жестко контролируем результаты обучения. Потому что диплом выдаем не за то, что наш обучающийся что-то прослушал¹, а за те навыки, которые он продемонстрировал в ходе обучения и при итоговой проверке. Своим дипломом мы гарантируем работодателю, что он получает человека той квалификации, которая заявлена в нашем документе. А как он эту квалификацию приобрел -- в современных условиях не так важно, потому что путей много. Он мог выучиться сам (неформальное обучение), он мог приобрести соответствующую квалификацию в ходе работы (неформальное и информальное обучение) – диплом подтверждает, что эта квалификация у него есть. Для его работодателя (а именно работодатель является адресатом диплома) это главное.

Таким образом,

- Все дистанционное обучение является электронным.
- Электронное обучение включает в себя, помимо дистанционного, еще применение электронных средств в очном образовательном процессе.

3 Программная поддержка дистанционного обучения

Перспективность сегмента «преподаватель где-то, слушатель тоже - где-то» в мире подтверждена и поддержана разработкой обучающего портала, он же – система управления курсами, он же – виртуальная обучающая среда он же – среда дистанционного обучения (СДО), со смешным для русского уха названием **Moodle**² (Модульная Объектно-Ориентированная Дистанционная Учебная Среда³). Портал распространяется бесплатно несмотря на то, что по объему фактически сделанных в него инвестиций на сегодняшний день является самым дорогим образовательным проектом. У него нейтральный дизайн, который легко кастомизируется под стиль вашего конкретного образовательного учреждения [7].

Что он умеет, этот Moodle⁴? **Первое** – он является площадкой для выкладки материалов и поддерживает самые разные виды контента: во-первых, тексты,

¹ В русском языке слово «прослушал» имеет два противоположных значения: выслушать и пропустить мимо ушей.

² Официальный сайт Moodle - <https://moodle.org/>.

³ Moodle переведена на десятки языков, в том числе русский, и используется почти в 50 тысячах организаций из более чем 200 стран мира. В РФ зарегистрировано более 2000 инсталляций, и их число быстро увеличивается. Количество пользователей Moodle в некоторых инсталляциях достигает 500 тысяч человек. Ядро команды разработчиков свободного ПО Moodle являются штатными сотрудниками фонда Moodle в Австралии, который финансируется региональными партнерами и грантами.

⁴ Мы описываем собственный опыт, который, конечно, отражает не 100% функционала системы. Кроме того, функционал Moodle расширяется от версии к версии.

веб-страницы, аудио, видео и файлы произвольного формата, например, интеллек-карты, инфографика простая и интерактивная. В перспективе прогнозируется переход на интерактивные обучающие материалы. Интерактивные курсы игрового типа чрезвычайно дороги в разработке, поэтому эффективны и целесообразны только для определенных вопросов в крупных корпорациях. Однако «упрощенный» интерактив: элементы «семинар» с перекрестной проверкой студентами друг друга, «вики» для совместной работы и другие, - очень дешевы, а эффективность их во многих случаях даже выше.

Также необходимо упомянуть тесты с автоматической проверкой, что позволяет резко улучшить уровень усвоения материала за счет дробной частой проверки.

Отличная вещь -- глоссарии с автоподсветкой. Очень удобно и дидактически эффективно: для усвоения учебного материала с большим количеством специальных терминов важно, чтобы обучающийся мог в любой момент навести курсор на слово и вспомнить, что это такое.

Также СДО, в т.ч. Moodle, очень удобны **второй группой** возможностей – коммуникация-ми между участниками процесса обучения независимо от их роли. Moodle элегантно обеспечивает общение между студентами, преподавателями, руководством в любой комбинации.

Например, Moodle очень приспособлен для групповых рассылок, причем прицельных -- только тем, кому нужно. выборка участников группы, которой отправляется сообщение, может быть сделана по нескольким критериям, а несколько групп могут быть объединены для отправки общего сообщения. Каждое сообщение отсылается индивидуально, что решает проблему спама.

На платформе Moodle (и на любой другой СДО) работают форумы. Соединение в одном месте материалов для ознакомления и форума для обсуждения дает превосходный эффект – и для преподавателей даже больший, чем для студентов.

Например, Академия Пастухова по поручению Министерства образования и науки Российской Федерации содействует переходу системы среднего профессионального образования на новые стандарты обучения, размещая в Moodle соответствующие материалы для преподавателей и тут же давая им возможность обменяться мнениями и опытом.

Moodle собирает, учитывает, проверяет на плагиат присланные работы, рецензирует, оценивает и обеспечивает перекрестную оценку. Он позволяет проводить опросы и анкетирования. Он же проводит вебинары и конференции и взаимодействие в виртуальных средах. Правда, пока еще вебинары и видеоконференции Moodle'а не самые лучшие, специализированные сервисы все-таки делают это надежнее и удобнее, но дорогу осилит идущий. Moodle развивается и, скорее всего, рано или поздно если и не догонит специализированные сервисы, то составит им вполне достойную конкуренцию.

Третья группа возможностей системы Moodle – это хранение и анализ результатов обучения. Мы видим все действия, которые пользователь сделал в системе, мы сохранили его оценки и можем вычислить итоги. Это чрезвычайно важно даже для очного обучения, когда преподаватель большой группы или на потоке может не помнить конкретных студентов в лицо – и система помогает ему, подсказывает оценку. А в дистанционном обучении это еще важнее: мы можем понять и показать самому студенту, сколько времени он занимался, ка-кие разделы и как часто/долго просматривал и предположить причину его недостаточной успеваемости. Такая прозрачность сама по себе является исключительно сильным мотивирующим фактором, а для массового обучения – вообще единственным способом обеспечить результаты.

Moodle может вести учет портфолио учащихся, указывая какой курс кто прослушал, какие оценки получил, у какого преподавателя; может фиксировать пожелания учащихся.

Огромны возможности геймификации: можно учитывать компетенции обучающегося в плане, например, скорочтения, составления интеллект-карт, языков, предшествующей математической, программной или любой другой подготовки. Можно присваивать «значки» за все что угодно – даже за отдельные толковые вопросы, не говоря уже о ярко проявленных компетенциях или качествах:



Название ▾	Статус значка ▲ ▾	Критерии
 Значок за вопрос	Доступно пользователям	<ul style="list-style-type: none"> Награждение от ЛЮБОЕ из: Управляющий, Ассистент (без права редактирования), Учитель
 Значок за ответ	Доступно пользователям	<ul style="list-style-type: none"> Награждение от ЛЮБОЕ из: Управляющий, Ассистент (без права редактирования), Учитель

Рисунок 2: Пример значков, оценивающих компетенции, выходящие за пределы образовательной программы.

Moodle формирует самые разные отчеты, которые позволяют управлять обучением (сильный и крайне важный функционал!).

Во-первых, мы контролируем преподавателя: т.е. мы знаем, что, в каком объеме и в каком виде, когда он разместил. Если мы создали учебные материалы с кем-то или купили на стороне, то мы знаем, что мы это разместили, когда и в каком объеме.

Мы контролируем качество размещенных обучающих материалов и соответствие проверочных заданий результатам обучения. Например, если мы хотим, чтобы студент «знал», то проверкой может быть тест; но если он должен «уметь», то задание должно предполагать реальную работу, а не тестовое задание.

Мы контролируем сроки проверки заданий и корректность оценок, потому что для обучающихся чрезвычайно важно, чтобы преподаватель своевременно подавал обратную связь.

Во-вторых, мы контролируем обучающегося: что он выполнил, когда, как это было оценено, и получил ли он обратную связь.

В большинстве случаев сплошной контроль не требуется – достаточно выборочного плюс контроль по сигналам. Поэтому проведение контроля, конечно, является дополнительной нагрузкой, но она далеко не так велика, как можно подумать. Разбор конфликтов между преподавателями и слушателями в отсутствие объективных аргументов занимает куда больше времени.

Четвертой группой возможностей является взаимодействие Moodle с мобильными клиентами. Эта возможность важна для современных слушателей, хотя пока менее важна для администраторов этой системы. Но технологическое развитие идет по линии все большего использования устройств планшетного типа.

■ 4 Дистанционное обучение в чистом виде и как поддержка очного

С позиций дистанционного обучения можно выделить:

- Учебные курсы, удобные для полного дистанционного изучения;
- Учебные курсы со значительной дистанционной частью;
- Учебные курсы, требующие «живого присутствия».

Что характерно для предметов, «удобных для дистанта»? Обычно – большое количество схем и чрезвычайная важность этих самых схем для усвоения материала. С доски их слушатели обычно видят по-разному, понимают с разной скоростью и поэтому усвоение материала группой при очном обучении идет неравномерно. Когда же слушатель обучается по видеоролику и размещенным в СДО материалам и имеет возможность повторить, усвоение идет гораздо лучше [8].

Вторая группа – это учебные курсы со значительной дистанционной частью. Мы специально подобрали сходные учебные курсы разного типа, чтобы показать, в чем отличие: *Table 3*.

Table 1: Отличия между учебными курсами с различной долей дистанционного обучения.

Чисто дистанционный курс – Финансовый анализ	Частично дистанционный курс – Диагностика бизнеса и поиск резервов
В финансовом анализе можно разобраться самому: взять баланс открытой акционерной компании или собственного предприятия и на его примере провести анализ структуры, динамики, коэффициентов, их связи – что и как.	Но когда идет речь о диагностике бизнеса и поиске резервов, принципиально важно собрать обучающихся вместе, дать им возможность обсудить гипотезы, потренировать доказательства, отточить аргументацию и т.д. Т.е., здесь требуется присутствие других людей.

И, наконец, есть учебные курсы, которые проходят в тренинговом режиме и требуют живого присутствия. К таковым относятся: практикум по менеджменту, разработка и реализация стратегии, проблемы бюджетирования и т.д. Здесь, конечно, можно что-то разобрать, прочитывая учебный материал, но успешное обучение возможно только в ходе тренинга.

Разделив все курсы на три большие группы, мы планируем, каким будет для каждого курса вводное очное мероприятие, какого объема будет дистанционный курс, и какой будет итоговая работа:

1. Например, если мы имеем дело с курсом, удобным для дистанционного обучения, то в качестве вводного очного мероприятия будет обзорная лекция – небольшая, а, может, и не будет ее вовсе. Однако сам дистанционный курс будет полнометражным: с теоретическим материалом, с тестовыми заданиями, задачи и кейсами, с эссе и с объемной и творческой итоговой работой.
2. Если это курс, который частично является очным, частично дистанционным, то у него на входе будет семинар-тренинг. Дистанционный курс будет полнометражным. На выходе работа, скорее всего, тоже будет объемная и творческая.
3. Но, если мы имеем дело с курсом, который предполагается осваивать в тренинговом режиме, то вводное очное мероприятие, оно же - обучающий курс, является основным. К нему будет прилагаться короткий дистанционный курс для повторения пройденного материала, чтобы это очное мероприятие дало дополнительные результаты и осталось в памяти. В качестве итоговой работы рекомендуется небольшая проверочная работа, подтверждающая приобретенные навыки.

Во всех трех случаях достигается радикальное повышение уровня подготовки студентов за счет:

- Улучшения методики обучения;
- Продуманных обучающих материалов (прозрачность, контроль и обновление по обратной связи от студентов за несколько образовательных циклов повышают их уровень);
- Контроля обучения;
- Возвращения к обучению по необходимости или желанию для укрепления знаний и навыков.

5 Проблемы современной системы образования с позиций ТРИЗ

Таким образом, мы показали, что современный подход к образованию менее зависим от уровня преподавателей и позволяет лучше контролировать обучающихся, т.е. менее зависим и от их поведения.

В чем же проблемы?

В несоблюдении других законов ТРИЗ: перехода в надсистему, минимальной работоспособности основных частей системы, согласования ритмики частей системы.

И в соблюдении закона неравномерности развития частей системы.

Закон перехода в надсистему предполагает, что качество образования теперь значительно больше зависит от уровня управления образовательной организацией, чем от уровня обучения в узком смысле слова (проведения занятий). Да, мы можем сформировать образовательный контент, привлекая высококвалифицированных преподавателей и покупая классные материалы – но кто-то должен это делать, применять, контролировать. Мы технически способны контролировать студентов до мельчайших деталей – но руководство образовательной организации должно быть готово предпринимать необходимые меры по результатам контроля – снижать оценки, отчислять и т.п. И если рыночная ситуация не позволяет вузу так поступать (точнее, руководство вуза полагает, что в имеющихся условиях оно не может себе позволить жесткой политики по отношению к студентам), то весь контроль повисает в воздухе. А конкурентоспособность вуза зависит не от дистанционного обучения, а от управления [9].

Другой нарушенный закон ТРИЗ – это закон согласования ритмики частей системы. он утверждает, что необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической [любой] системы является согласование ритмики (частоты колебаний, периодичности) всех частей системы. Система образования является частью надсистем «экономика» и «общество», и ее ритмика должна быть согласована с ними. С другой стороны, в системе образования можно выделить различные подсистемы в зависимости от критерия классификации.

Выделим некоторые из них и используем так наз. «системный оператор Альшуллера» для прогнозирования темпов изменения системы образования с учетом темпов изменения надсистемы «экономика» и подсистемы «обучающийся»: *Table 4.*

Table 4: Согласование ритмики частей системы образования с ритмикой надсистемы и некоторых подсистем.

Уровни системы	Темы развития		
	прошлое	настоящее	будущее
Надсистема - экономика	медленно	быстро	очень быстро
Система образования	медленно	средний темп	БЫСТРО
Подсистема «Материально-техническая база (МТБ) обучения»	медленно	средний темп	???
Подсистема "Учитель"	медленно	средний темп	???
Подсистема "Обучающийся"	медленно	быстро	быстро

Error! Reference source not found. наглядно показывает, что жизнеспособной окажется только та система образования и отдельная образовательная организация, которая сумеет обеспечить за счет управления быстрые темы изменения МТБ (она должна соответствовать МТБ рабочих мест выпускников) и быстрые темы повышения квалификации преподавателей. Причины, по которым преподаватели зачастую не хотят повышать квалификацию в нужном темпе, выходят за рамки этой статьи. Однако хочется подчеркнуть, что некоторые причины носят объективный характер – например, характерное время системы образования (год) значительно медленнее характерного времени предприятий (квартал) и экономики в целом (от месяца до года).

- Без большой натяжки можно утверждать, что контролировать нужно только преподавателей – их постоянное обучение и соблюдение правил дистанционного обучения, после чего обучающихся можно контролировать только формально.

Обеспечение быстрых темпов изменения (совершенствования) МТБ и преподавателей поддерживается законом неравномерности развития частей системы. Но ни один элемент не должен отставать настолько, чтобы потерять работоспособность (закон минимальной работоспособности основных частей системы)!

▀ Выводы и рекомендации

Проведенный анализ развития электронного обучения с позиций ТРИЗ показал следующее:

1. Доступность и скорость передачи информации является одним из основных факторов выбора форм и способов обучения. На этапе высокой доступности информации электронное обучение, в т.ч. дистанционные технологии, неизбежно становится основным.
2. Можно уверенно прогнозировать опережающее развитие дистанционных технологий обучения вплоть до того, когда основной формой обучения станет «дистанционное обучение с поддержкой средствами очного и онлайн обучения». Поддержку средствами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий должны получить даже тренинги.
3. Переход к электронному обучению поддерживается в глобальном масштабе программными средствами, прежде всего СДО Moodle, по 4 направлениям: (1) использование самых разнообразных форматов обучающего контента, в т.ч. интерактивных, (2) обеспечение коммуникаций между всеми участниками образовательного процесса, включая руководство, (3) контроль за всеми аспектами образовательного процесса и его высокая прозрачность; (4) применение мобильных устройств, что обеспечивает доступность дистанционных технологий из любого места, где есть Интернет.
4. Учитель и система образования в целом перестали быть основным источником знаний, и их основная задача в рамках современного подхода к образованию – ориентировать и учить ориентироваться в потоке информации, выбирать мнения и авторитеты, формировать целостную эффективную картину мира, отрабатывать практические навыки с помощью дистанционных инструментов. Для этого, безусловно, сами учителя должны это уметь.
5. Жизнеспособной окажется только та система образования и отдельное образовательная организация, которая сумеет обеспечить за счет управления быстрые темы изменения МТБ (она должна соответствовать МТБ рабочих мест выпускников) и быстрые темы повышения квалификации преподавателей.

Да, выводы и прогнозы выглядят жесткими – но такими их диктует ТРИЗ. А теория, как известно, часто оказывается права.

■ Источники


- [1] Рубин М. С.: Методы прогнозирования на основе ТРИЗ. В сборнике: "Вестник Академии Прогнозирования", гл. редактор Бестужев-Лада И.В., изд. «Нектар Науки», № 1, 1999 г., стр. 19.
- [2] Petrov V.: TRIZ - Past, Present and Future. ETRIA World Conference - TRIZ Future 2003. November 12-14, 2003.
- [3] Zlotin B., Zusman A.: Patterns of Evolution: Recent Findings on Structure and Origin. Altshuller Institute's TRIZCON2006, April, 2006, Milwaukee, WI USA <http://www.trizjournal.com/archives/2006/09/04.pdf> .

- [4] Петров В. М.: Законы развития потребностей. – Труды Международной конференции МА ТРИЗФест – 2005. 3-4 июля 2005 г., Санкт-Петербург. СПб., 2005, стр. 46 - 48. <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=255> .
- [5] Хайруллина Э. Р., Вяткина И. В.: Концептуальные подходы к профессиональному воспитанию будущих специалистов по направлению «химические технологии» в техническом вузе. В журнале: ВЕСТНИК КАЗАНСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. Издательство: Казанский национальный исследовательский технологический университет (Казань), ISSN: 1998-7072, № 19, 2012, стр. 218 - 223.
- [6] Лебедева Н. В.: Современные подходы к проблеме обучения взрослых. В журнале: СИБИРСКИЙ ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. Издательство: Национальный исследовательский Томский государственный университет (Томск), ISSN: 1726-7080, eISSN: 2411-0809, № 51, 2014, стр. 65 - 72.
- [7] Бреслав Е. П.: РЕЗЕРВЫ БИЗНЕС-ШКОЛ В ПОВЫШЕНИИ КВАЛИФИКАЦИИ СЛУШАТЕЛЕЙ Дополнительное профессиональное образование в стране и мире. 2014, № 2 (8), стр. 3 - 7.
- [8] Бреслав Е. П.: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ДПО Дополнительное профессиональное образование в стране и мире. 2014, № 5 (11), стр. 29 - 36.
- [9] Бреслав Е. П.: ОБУЧЕНИЕ И ОБРАЗОВАНИЕ ВЗРОСЛЫХ В ГЛОБАЛЬНЫХ ДОКЛАДАХ ЮНЕСКО. Дополнительное профессиональное образование в стране и мире. 2015, № 6-7, стр. 59-68.

.....

Елена Бреслав

Государственная академия промышленного
менеджмента имени Н.П. Пастухова
Ярославль, Российская федерация
Pastukhov Academy, Russian Federation
elena@access.lv



The complexity of market dynamics: computational intelligence assisted investigations

Ladislav Andrášik

Abstract:

The tangled topic of market dynamics is relatively new problem in economic science. In clear form we meet dynamic models and/or theories even in modern era of economics that is in past hundred years approximately since 1925. In the middle of past century several economists like von Neumann, Kaldor, Samuelson, Goodwin, Smithies, Domar, Metzler, Haavelmo, Klein, Hicks, Lange, Koopmans and others have developed dynamic models concerning the stability and fluctuations around any equilibrium point or path which cover the four important fields of economic theory, namely, business cycles, income determination, economic growth and price theory. On the other hand there are few economists which imagined about economic dynamics before 20th century, at least in hidden form like A. Cournot in his mathematical theory of duopoly. However there exists one economist who was reasoning about dynamics in economic evolution very early. His name is Ibn Khaldun. He focused attention on that important characteristic of economic phenomena, even in the period of so called Golden Arabic medieval, that is, several centuries earlier than economists in modern era.

Because in a market there are a lot of multilevel discrete time action-reactions, it is very difficult to build model and/or theory upon such realms. Even if there are only two levels of iterative reactions that is mutual reaction between supply and demand or between two producers on the supply side of market (duopoly) the model may need very sophisticated mathematics. These are the reasons why mathematically formalized models are becoming too peculiar for conventionally educated economists to create suitable imaginations. In such situation computational intelligence (CI) devices and tools are coming to help for creating clearer imaginations about such complex realms. Actually, computational economies as a manmade object similar to concept of Kripke's "possible world" have several advantages and benefices in endeavour to create imaginations on economic reality relate to bodies created in mathematical economies.

The typical distinguishing feature in creation economic imagination in the approach assisted by ICT is the direct observation of evolution running in PC or in poorer case the static snapshots from the PC display. In such of paper printed cases the verbal abstract text is substituted by lot of coloured pictures. This needs the readers to learn how to “read” such on paper printed snapshots from PC or in better case of running simulation one.

The author in this essay is bringing approaches to complex dynamics realms of market using relatively simple mathematical models for demonstration economic dynamic complexities mainly by assistance of program iDMC and Excel too. These are two: 1. Duopoly model a lá Cournot, 2. Duopoly model with two mutually different products.

Keywords:

Basin structure, Competent ontology, Computational economics framework, Evolutionary dynamism, Iterative process, Market dynamism, Discrete dynamical systems, Duopoly models, Subcritical Neimark–Hopf bifurcation, Homoclinic connection.

JEL - Journal of Economic Literature classification system:

Microeconomics, Economic Methodology, Current Heterodox Approaches, Economic Systems.

■ **Introduction**

*“Not only verbal texts but to read snapshots from PC runs:
that is the way to understand economic dynamics.
The best one is direct observation of runs.”*

There are several strange and complex phenomena and process for recognition economies. Among other the most difficult subject is economic dynamics. But this term is rather vague among economist. So it is legitimate to ask the question: “What is the meaning of Market Dynamics?

The market is complex action-counteraction hidden below price system entity which is evolving in discrete time steps. In such situations it is obviously that process dynamics has an iterative form. Obviously it is modelled as discrete dynamical system (system dynamics⁵), that is a model of rigid body walking⁶ step by step upon state and/or phase space (as state and/or phase point).

⁵ As it is known the System dynamics is a methodology and mathematical modelling technique to frame, understand, and discuss complex issues and problems. It was created during the mid-1950s by Professor Jay Forrester of the Massachusetts Institute of Technology. After massive diffusion of ICT devices different dynamical models runs in PC’s.

⁶ Because the length of steps are differing the state/phase point is sometimes bounces/dances and/or faltering around.

That is the reason why we need to use discrete mathematic tools for example topology. Market dynamics is visualised through pricing signals that are created as a result of changing supply and demand levels in a given market. Market dynamics describes the dynamic, or change of price signals that results from the continual changes in both supply and demand of any particular product or group of products. Market dynamics is a fundamental concept in supply, demand and pricing economic models.

The several topics of market dynamics or at least all of them are relatively new problem area in economic science. In clear form we meet dynamic models and/or theories even in modern era of economic that is in past hundred years approximately since 1925. In the middle of past century several economists like von Neumann, Kaldor, Samuelson, Goodwin, Smithies, Domar, Metzler, Haavelmo, Klein, Hicks, Lange, Koopmans and others have developed dynamic models concerning the stability and fluctuations around any equilibrium point or path which cover the four important fields of economic theory, namely, business cycles, income determination, economic growth and price theory. On the other hand there are few economists which imagined about economic dynamics before 20th century, at least in hidden form like A. Cournot in his mathematical theory of duopoly. However there exists one economist who was reasoning about dynamics in economic evolution very early. His name is Ibn Khaldun. He focused attention on that important characteristic of economic phenomena, even in the period of so called Golden Arabic medieval, that is, several centuries earlier than economists in modern era.

Because in a market there are a lot of multilevel discrete time action-reactions, it is very difficult to build model and/or theory upon such realms. Even if there are only two levels of iterative reactions that is mutual reaction between supply and demand or between two producers on the supply side of market (duopoly) the model may need very sophisticated mathematics. These are the reasons why mathematically formalized models becoming too peculiar for conventionally educated economists to create suitable imaginations. In such situation computational intelligence (CI) devices and tools are coming to help for creating clearer imaginations about such complex realms. Actually, computational economies as a manmade object similar to concept of Kripke's "possible world" have several advantages and benefices in endeavour to create imaginations on economic reality relate to bodies created in mathematical economics. The typical distinguishing feature in creation economic imagination in the approach assisted by ICT is the direct observation of evolution running in PC or in poorer case the static snapshots from the PC display. In such of paper printed cases the verbal abstract text is substituted by lot of coloured pictures. This needs the readers to learn how to "read" such on paper printed snapshots from PC or in better case of running simulation case.

We are bringing some unconventional approaches to complex dynamics realms of market using relatively simple and in economic literature known mathematical models for demonstration economic dynamics complexities mainly by assistance of program iDMC and Excel too. These ones are two: 1. Duopoly model a lá Cournot, 2. Duopoly model with two mutually different products.

1 Investigation of simple but modified duopoly model a lá Cournot

There are several duopoly models found in economic literature. For better understanding we are chosen for beginning original duopoly model only with modest customization. It consists in introduction of two adaptation parameters b and c (in Excel model *bas* and *cas*) into 2D difference system:

$$\begin{aligned} x_{t+1} &= (1-c)x_1 + c \left(\sqrt{\frac{y_1}{a}} - y_1 \right) \\ y_{t+1} &= (1-b)y_1 + b \left(\sqrt{x_1} - x_1 \right) \end{aligned} \quad (1)$$

where parameter a is a multiply of marginal cost of production of first producer when $mcost_y = 1$. Understandably, if $b = c = 1$ the situation is in common sense of original duopoly model, that is:

$$\begin{aligned} x_{t+1} &= \sqrt{\frac{y_1}{a}} - y_1 \\ y_{t+1} &= \sqrt{x_1} - x_1 \end{aligned} \quad (2)$$

The 2D difference system (1) and/or (2) are topological map, of course:

$$T_{Modif} : \begin{cases} x' = (1-c)x + c \left(\sqrt{\frac{y}{a}} - y \right) \\ y' = (1-b)y + b \left(\sqrt{x} - x \right) \end{cases} \quad \text{and/or} \quad T_{Orig} : \begin{cases} x' = \sqrt{\frac{y}{a}} - y \\ y' = \sqrt{x} - x \end{cases} . \quad (3)$$

To understand the presentation of market dynamics in the form of unconventional exposition we use besides abstract texts the snapshots from PC simulation. We are bringing them for readers to learn several subsequent snapshots.

The first two snapshots are made in iDMC from the original duopoly map (right part of map (3)). We choose two starting points for parameter a , that is $a = 5.5$ and $a = 6$ to show attractive and repellent situations, see Figure 1 and Figure 2.

Let us now disturb Cournotian equilibrium by introducing parameter b and c such that both are coming in interval $0 < (b, c) < 1$, that is we decelerate the reaction of producers to the situation in the market. For example we chose $b = c = 0.85$ and $a = 7.2$ see Figure 3. We encourage the readers for attention to learn how to read subsequence snapshots from Excel and iDMC simulations.

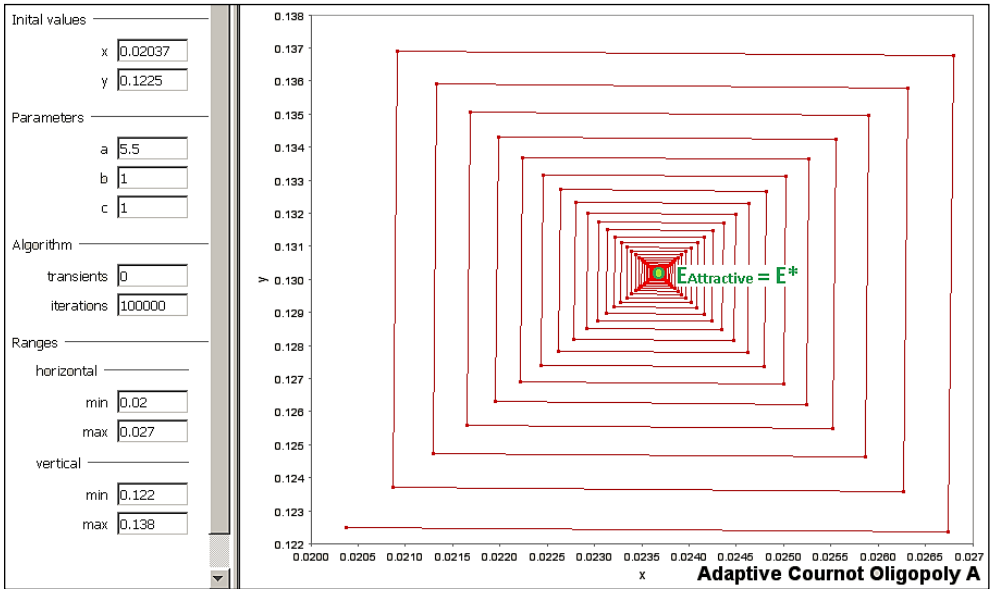


Figure 1. The attractive Cournot point

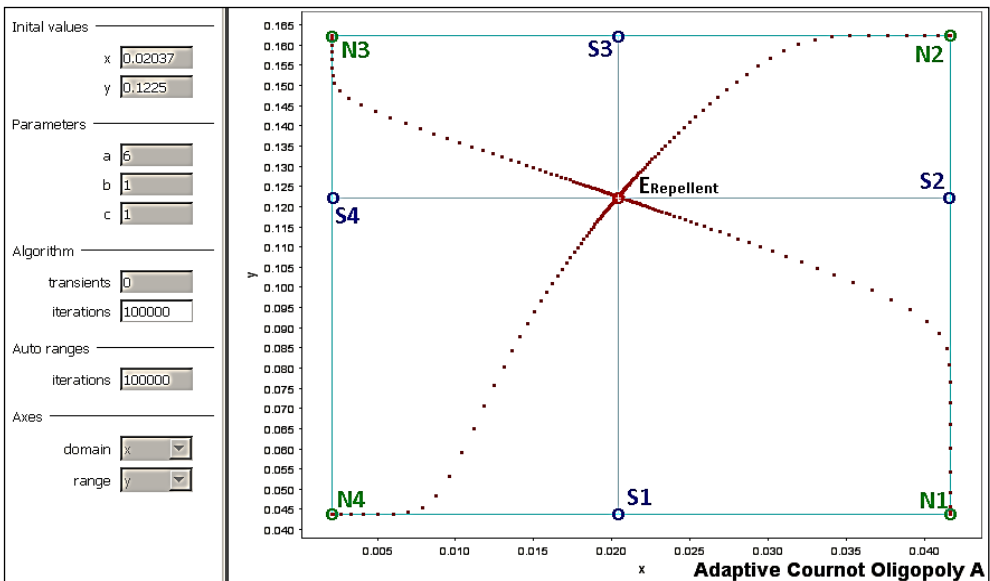


Figure 2. The repellent Cournot point

The result of such learning is very important for progress of their capabilities to create genuine economic imaginations and it promise the advance of their adequate economic reasoning. We give to those snapshots only little commentaries to leave broader space for reader's creativity. By the way these are one of the main didactical advances of this unconventional approach.

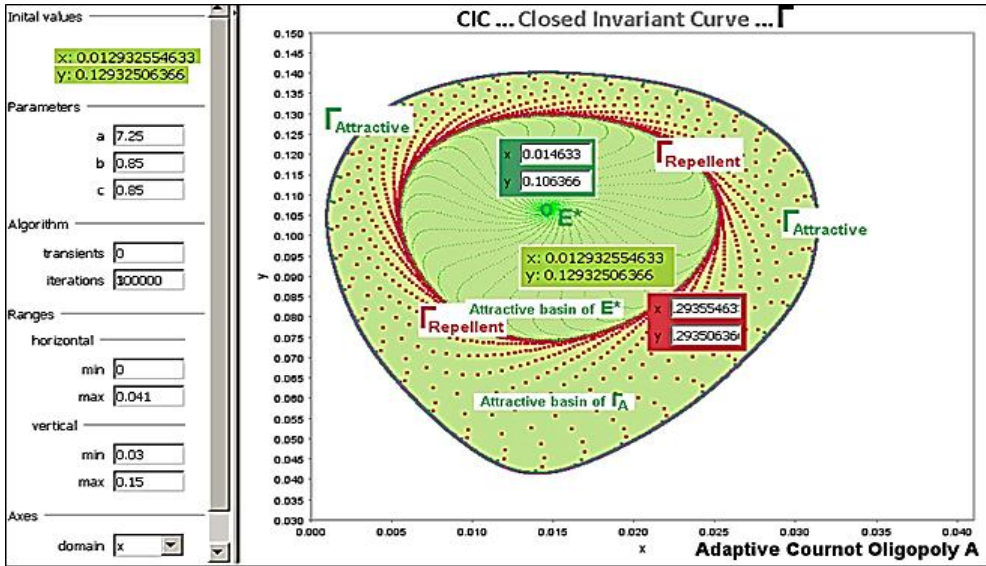


Figure 3. Situation after introduced parameters b and c

The snapshot in Figure 3 we combined from four snapshot reached by different algorithms of iDMC device by superposing them in Windows. The resulting picture shows the coexistence of attractive Cournot point and the outer attractive closed invariant curve (CIC), between them other CIC is laying but repellent.

In Figure 3 we can see also basin of attraction of E^* and two basins of attraction of attractive G_A .

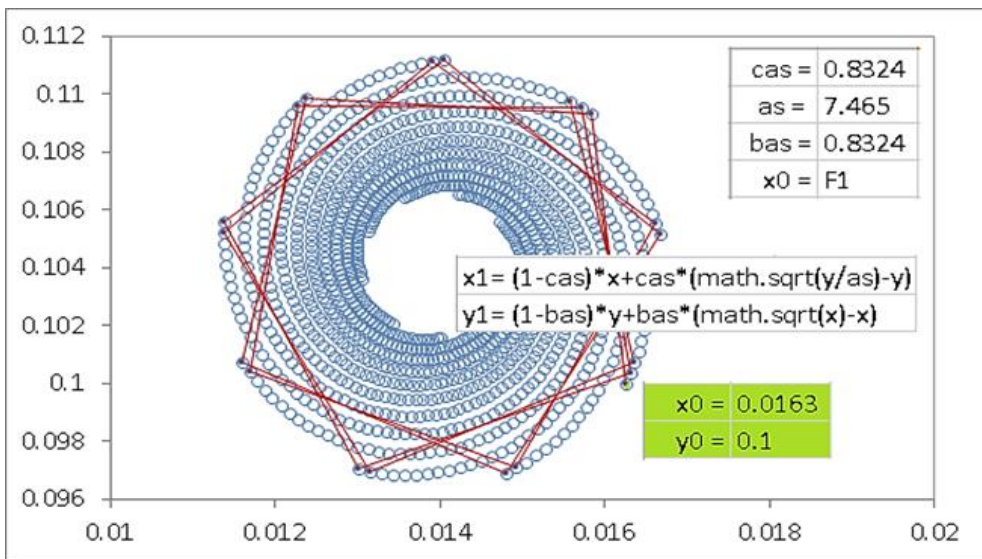


Figure 4. The duopoly: Evolving to Cournot Equilibrium

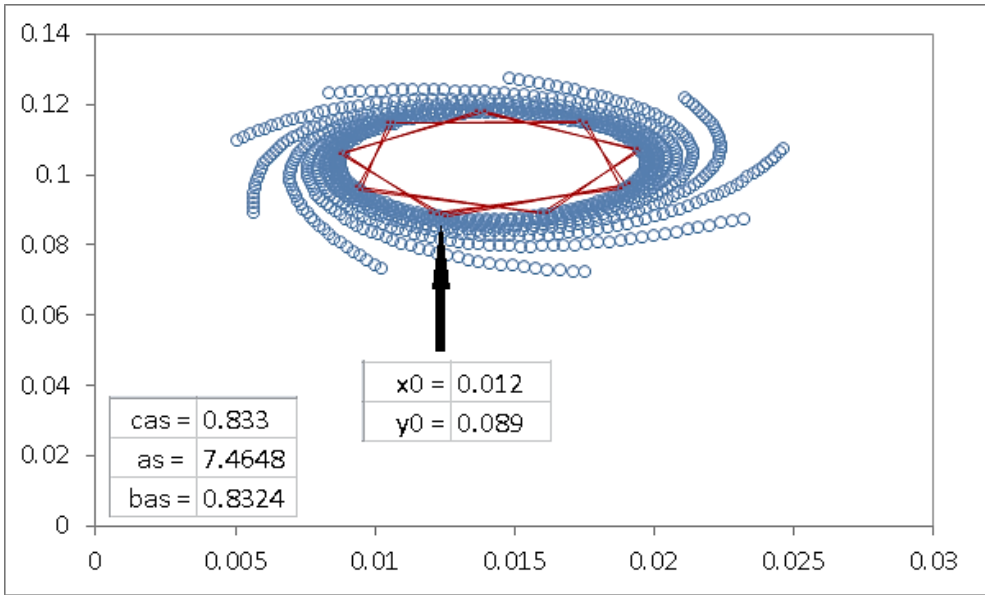


Figure 5a. The unstable behaviour (the Cournot point is repellent)

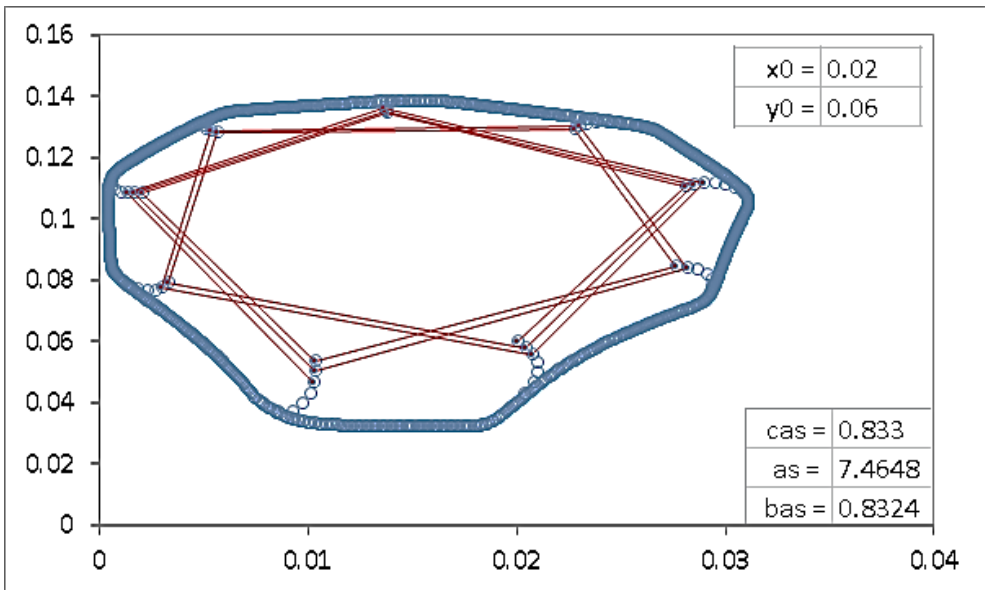


Figure 5b. Longer run show attraction to orbit (after approaching 9-edge polygon rotates upon it)

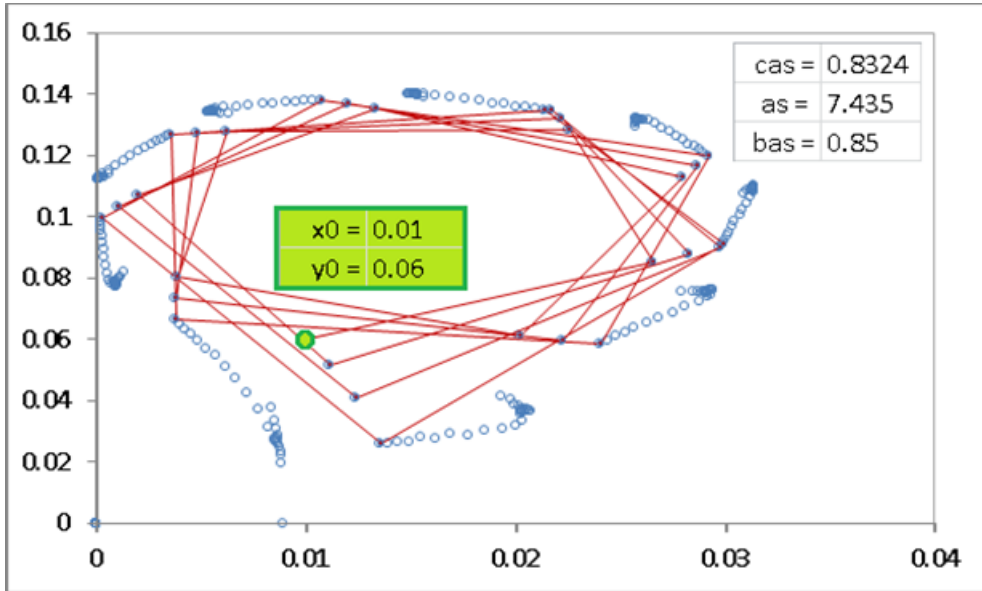


Figure 6. More strange behaviour of duopoly

As readers easy recognise we have used Excel for preparing Figure 4 to Figure 7 knowing that for economists the Excel is most convenient device. Some snapshots from Excel may be more instructive but very complex dynamics is needed to deal with iDMC.

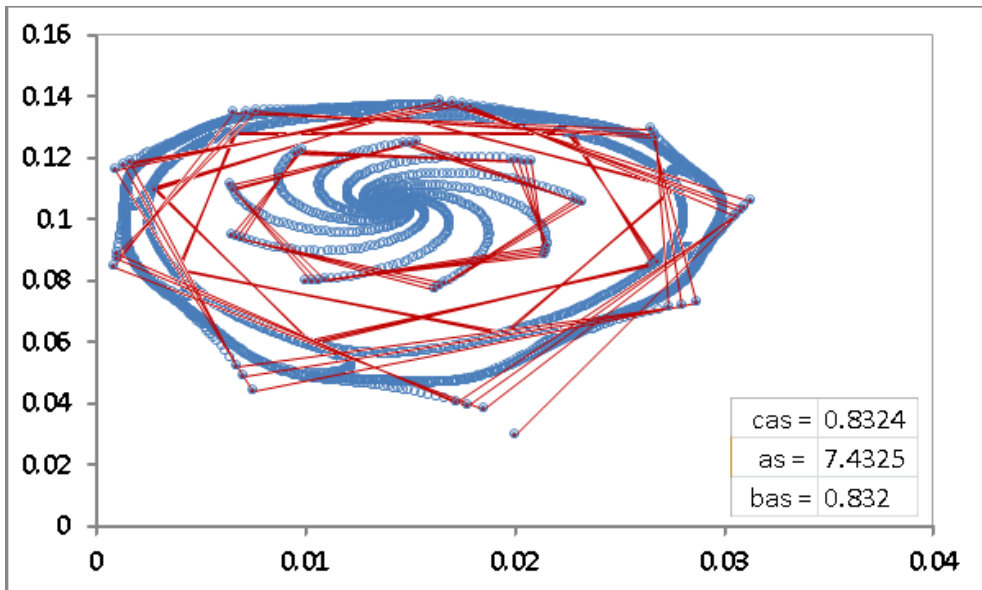


Figure 7. Three runs from different starting points

The reader can assure precisely observing the snapshot in Figure 8 and of subsequent ones. The careful reading of snapshot on Figure 8 opens very deep information on simple market dynamics and prevent readers from naïve imaginations about real economy.

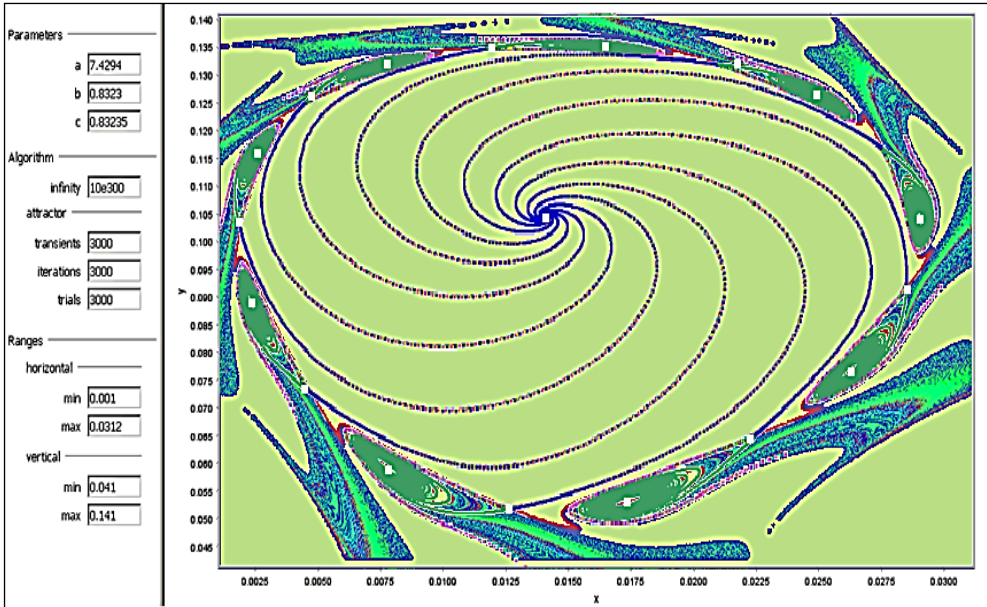


Figure 8. Nine saddles and nine focuses made in iDMC

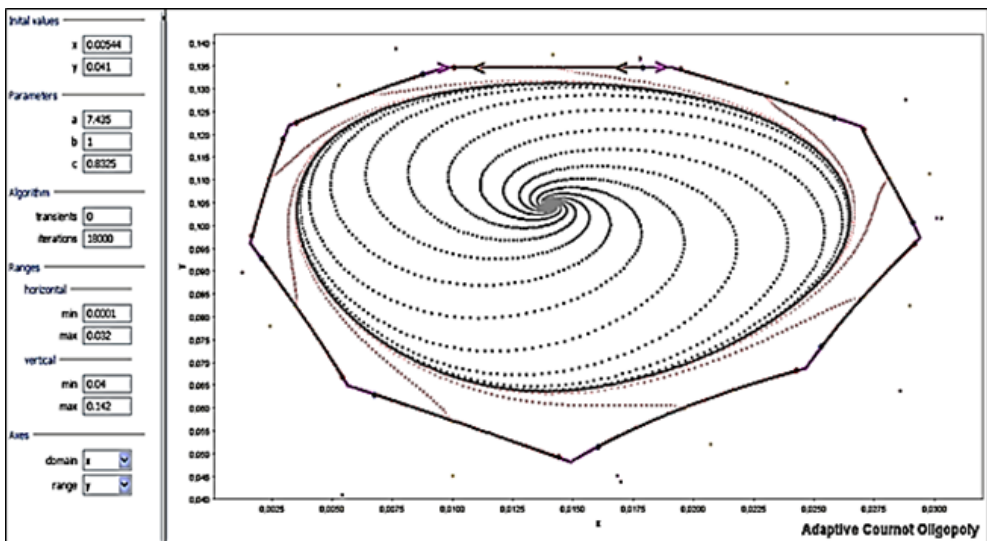


Figure 9. The repellent closed invariant curve and attractive orbit polygon

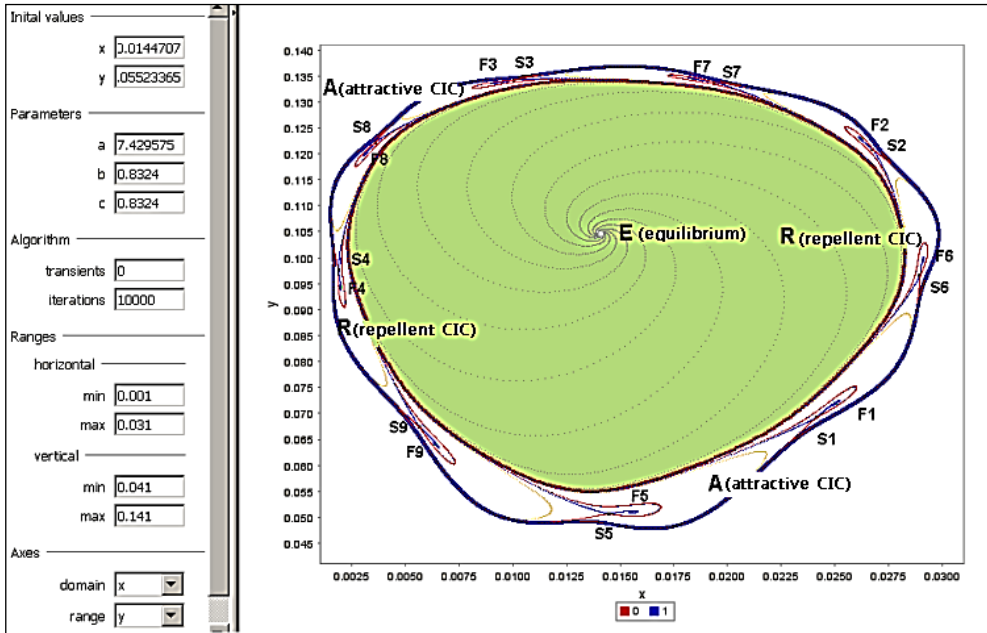


Figure 10. Further duopoly model with very complex behaviour

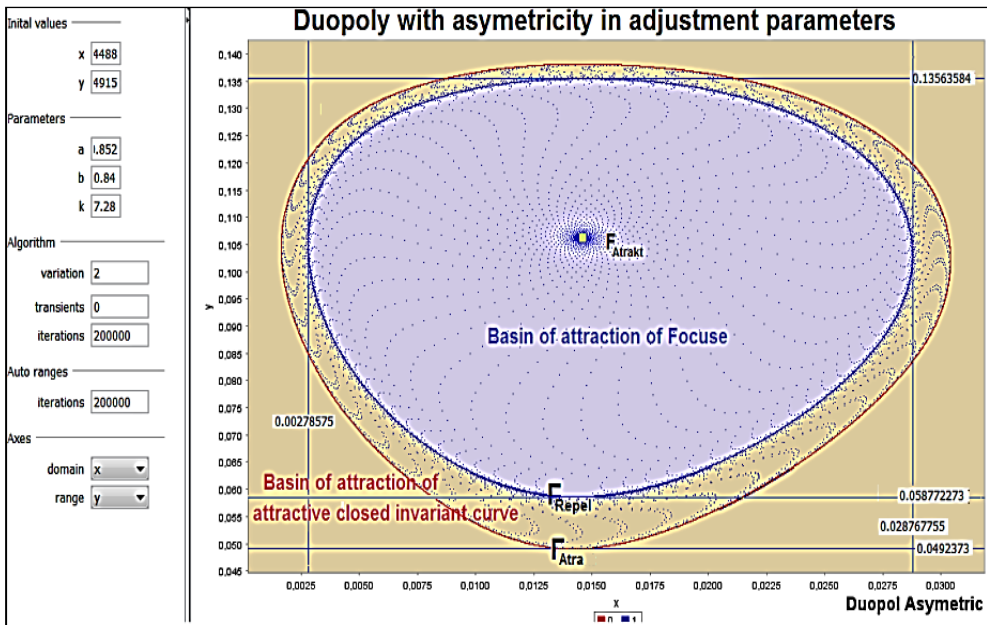


Figure 11. CIC's: The impact of differences between adjustment parameters

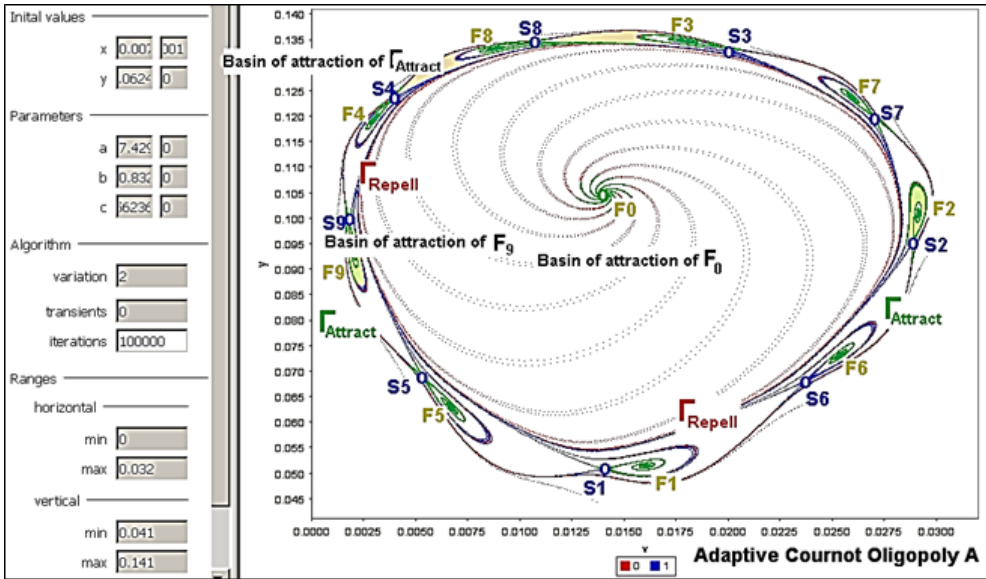


Figure 12. Other impact of different adjusting speed

Because the longitude of steps is differing, the state/phase point sometimes bounces/dances. The drunkards are faltering around. The Gemini's of nine polygon can go for merging because shortening the distance between S_i and F_i ($i = 1 \dots 9$) caused by changing of all of three parameters.

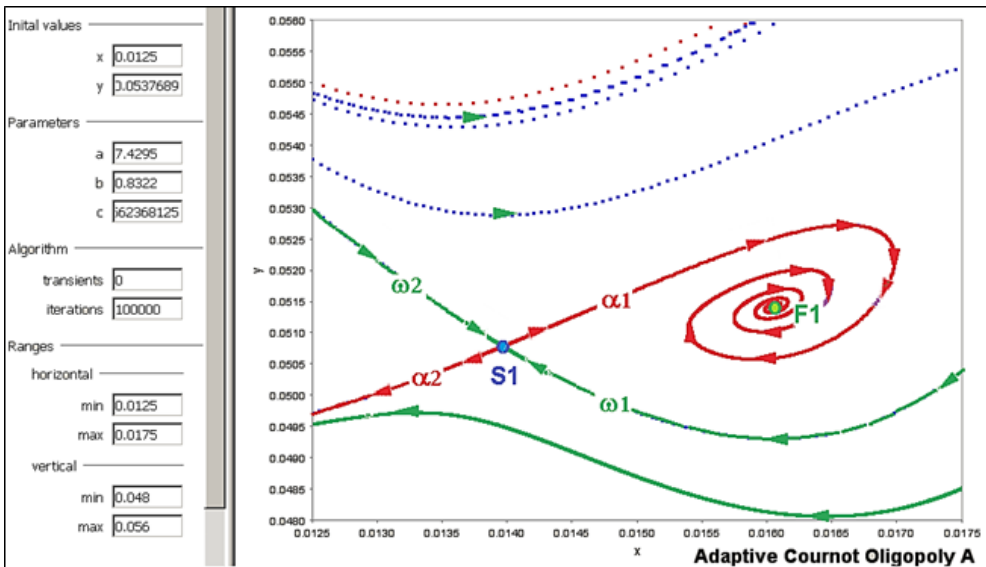


Figure 13. Chosen one of distant Gemini Saddle-Focus from polygon from nine ones

In the snapshot of Figure 13 we can see the two pair of saddle $S1$ branches (The details around Gemini $S1-F1$). The one of repellents is going to attractive focus $F1$ that is $\alpha1$, to second one $\alpha2$ is attracted by $CIC GA$. The second pair of branches is attractive, that is $w1$ and $w2$. They are coming from repellent $CIC GR$. The complexity of divorcing of attractive branches from $CIC GR$ shows the snapshot of Figure 14.

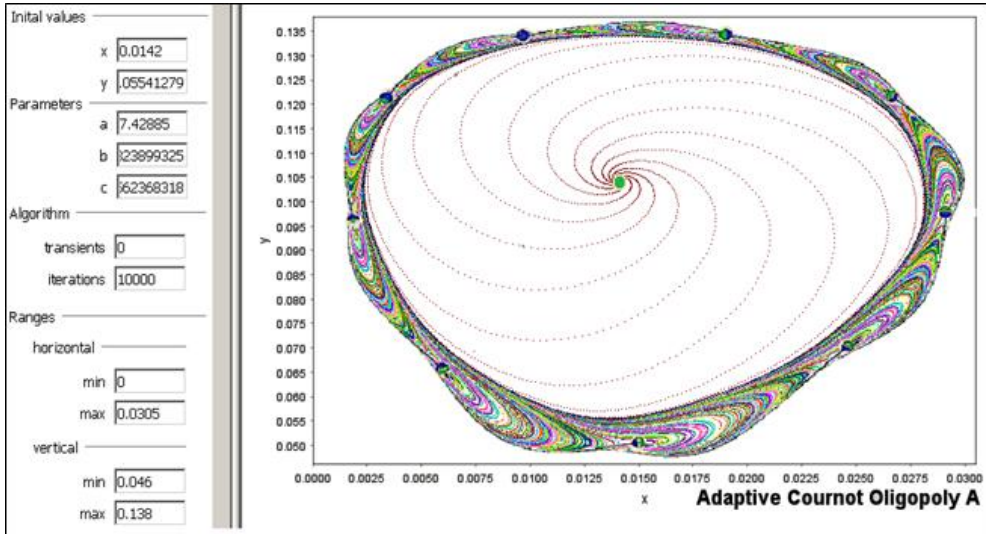


Figure 14. Complexity with two invariant curves and nine focuses

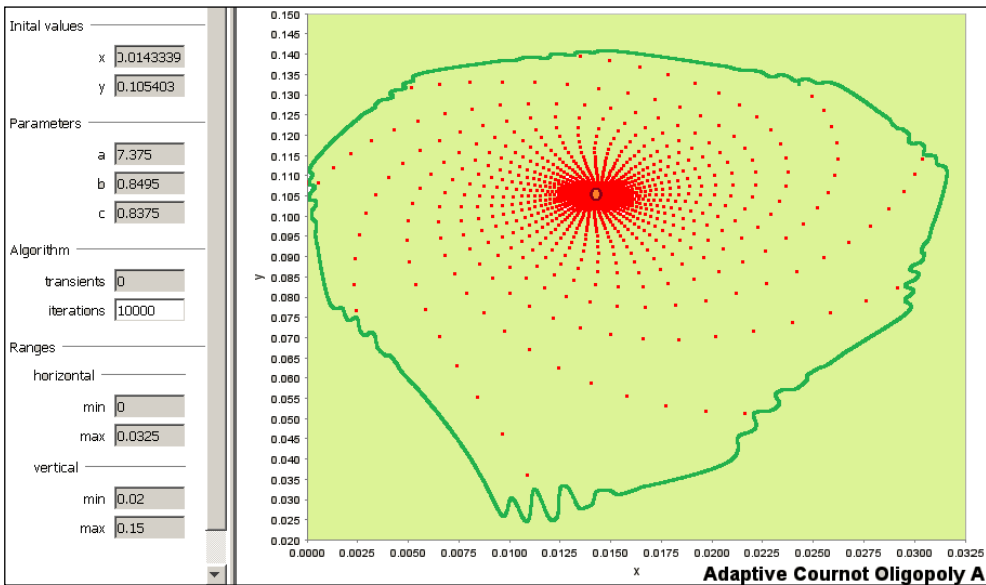


Figure 15. The repellent E^* and attractive strange CIC

In a snapshot of Figure 14 there is the Cournot point as attractive focus in the centre. We can see also repellent closed invariant curve and attractive one. Between them there is a static polygon with nine edges, its nine points was united into saddle-node points.

It is need to note upon difference between cases of orbit and closed invariant curve. For example it is in the case of nine edge polygon of duopoly model. In the case of orbit the edge points are in stable loci whilst in the case of CIC whole polygon is rotating upon it's one in opposite direction to clockwise movement. If the difference between adjustment parameters is increasing the behaviour of duopol is going to extreme. In snapshot of Figure 15 we can see strange attractive CIC GA.

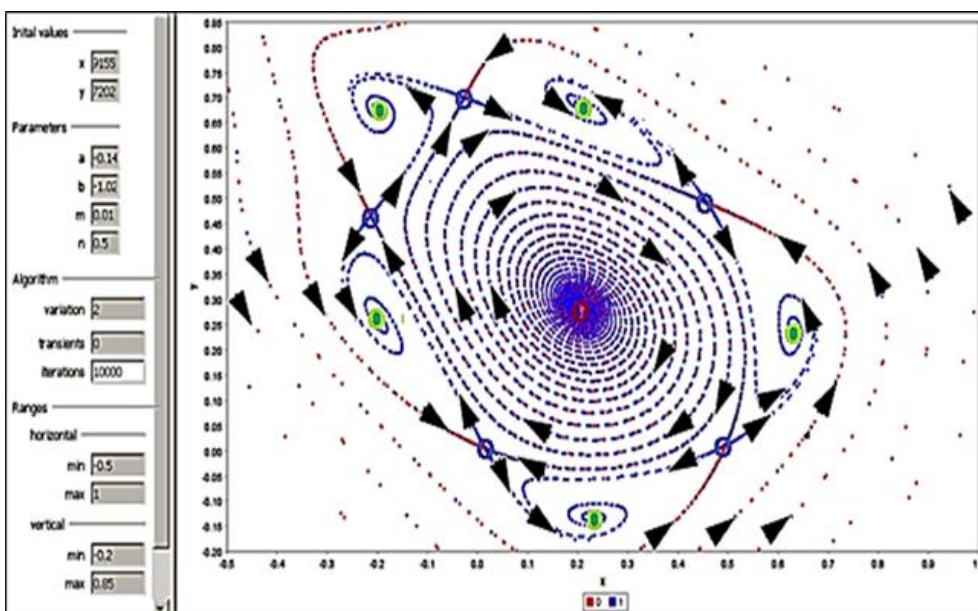


Figure 16. The phase point is winding around the five foci: everyone from two sides and two directions too

The central focus on Figure 16 is repellent with five branches, which are attractive branches of five saddles. Two repellent branches of each saddle are attracting either to left or to right neighbour focus in opposite directions.

2 The case of duopoly model with two mutually different products

In this section we are showing a duopoly complicated by differentiating of former identical product for two different ones. The consequences is that the market is becoming diversified to two areas for first and/or second goods (two-colour market). To get such duopoly model we are introducing parameters α and β , so that $\alpha + \beta = 1$, consequently $\beta = (1 - \alpha)$, (or in other sense parameter α gives the degree of substitutability/differentiation among the commodities). The new duopoly model (as topological map) becomes:

$$T = \begin{cases} q_1' = q_1 + k_1 \left(\frac{\alpha q_1^{\alpha-1} q_2^\alpha - c_1 (q_1^\alpha + q_2^\alpha)^2}{(q_1^\alpha + q_2^\alpha)^2} \right) \\ q_2' = q_2 + k_2 \left(\frac{\alpha q_2^{\alpha-1} q_1^\alpha - c_2 (q_1^\alpha + q_2^\alpha)^2}{(q_1^\alpha + q_2^\alpha)^2} \right) \end{cases}, \quad (4)$$

where “'” denotes the unit-time advancement operator, q_i is the quantity of different product, c_i is the production cost, and k_i is the “speed of adjustment”, respectively. Due to the presence of the denominator, it is obvious that T is defined only at points such that $(q_1, q_2) \neq (0, 0)$; furthermore from an economic point of view we are only interested in the study of the local stability properties of the positive output equilibria, i.e. points belonging to the positive quadrant of the plane R^2 . In economic literature there are several similar models to map (4) but we were chosen it from outstanding essay of A. Agliari at all [1] because it's very suitable character for our purposes. Map (4) is come into being by consecutive creative process. The utility function:

$$U(q_1, q_2) = q_1^\alpha + q_2^\alpha, \quad 0 < \alpha \leq 1 \quad (5)$$

which is maximized subject to the budget constraint equation:

$$p_1 q_1 + p_2 q_2 = 1 \quad (6)$$

where p_1 and p_2 are the prices in the market of good q_1 and q_2 respectively and we assume the consumer's exogenous income equal to 1. Maximizing (5) subject to (6) results in the *demand functions*, that is in equation:

$$q_1 = \frac{p_2^\gamma}{p_1} \frac{1}{p_1^\gamma + p_2^\gamma}, \quad q_2 = \frac{p_1^\gamma}{p_2} \frac{1}{p_1^\gamma + p_2^\gamma}, \quad (7)$$

with $\gamma = \alpha/(1 - \alpha)$, or their inverses:

$$q_1 = \frac{p_1^{\alpha-1}}{p_1^\alpha + p_2^\alpha}, \quad q_2 = \frac{p_2^{\alpha-1}}{p_1^\alpha + p_2^\alpha}. \quad (8)$$

Clearly, if parameter $\alpha = 1$, then we give usual price equation for solitaire good (that is for isoelastic demand function the price is reciprocal to whole amount of goods supplied in the market, see first section)

$$p = \frac{1}{q_1 + q_2}. \quad (9)$$

On the base of map (4) we constructed virtual laboratory in iDMC with name *kópiaCourtNa* which is like this:

```
--@@
name = "kópiaCourtNa"
description = "See Model refs in user's guide"
type = "D"
parameters = {"k1", "alfa", "c1", "k2", "c2"}
variables = {"x", "y"}
function f(k1, alfa, c1, k2, c2, x, y)
    x1=x+k1*(((alfa*(x^(alfa-1))*y^alfa)-c1*((x^alfa)+y^alfa)^2)/((x^alfa)+y^alfa)^2)
    y1=y+k2*(((alfa*(y^(alfa-1))*x^alfa)-c2*((x^alfa)+y^alfa)^2)/((x^alfa)+y^alfa)^2)
    return x1, y1
end
```

Using this laboratory we prepared simulation runs and several snapshots from them are shown in subsequence figures.

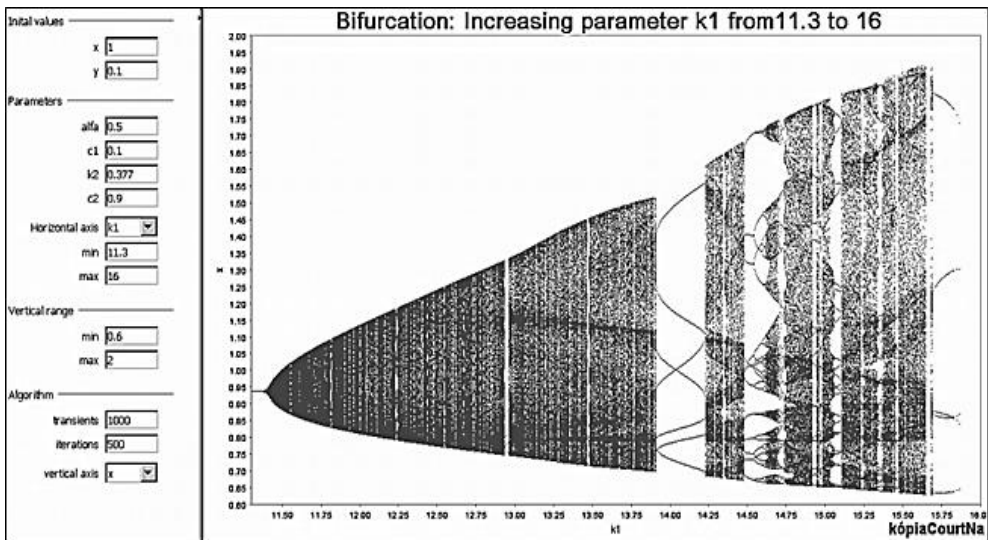


Figure 17. Single parameter bifurcations for k_1

The great advance of iDMC is that we can do to run double bifurcation of parameter k_i . In Figure 19 we convey the situations with point I_1 and I_2 . These points are intersections of two hyperbolas and one parabola which arcs is clearly seen in yellow colour. The most important and interesting area is area laying in right side of parabola arcs. There are a lot of so called Arnold's tongues, this area is named after its character of Neimark-Sacker bifurcations. Further snapshots which are following show details of double bifurcation made for k_i parameters.

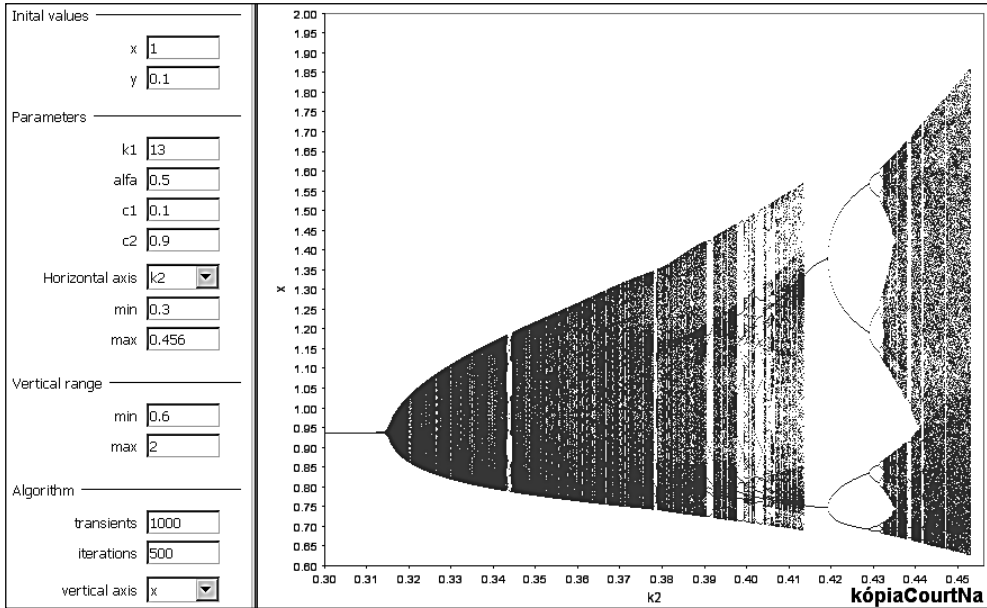


Figure 18. Single parameter bifurcations for k_2

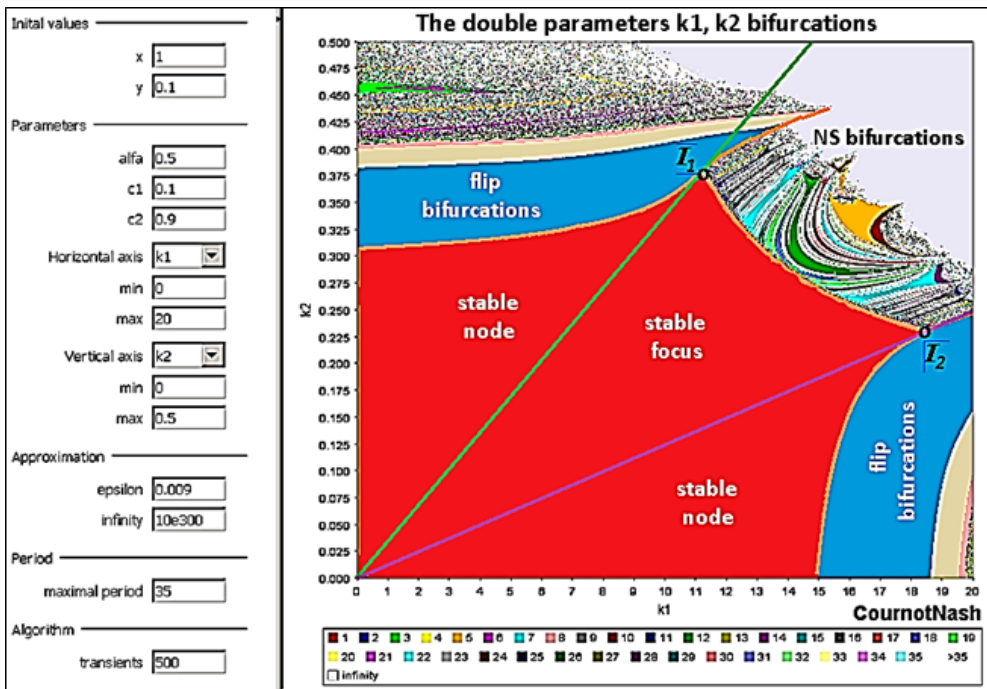


Figure 19. Situations in bifurcation area k_1 & k_2

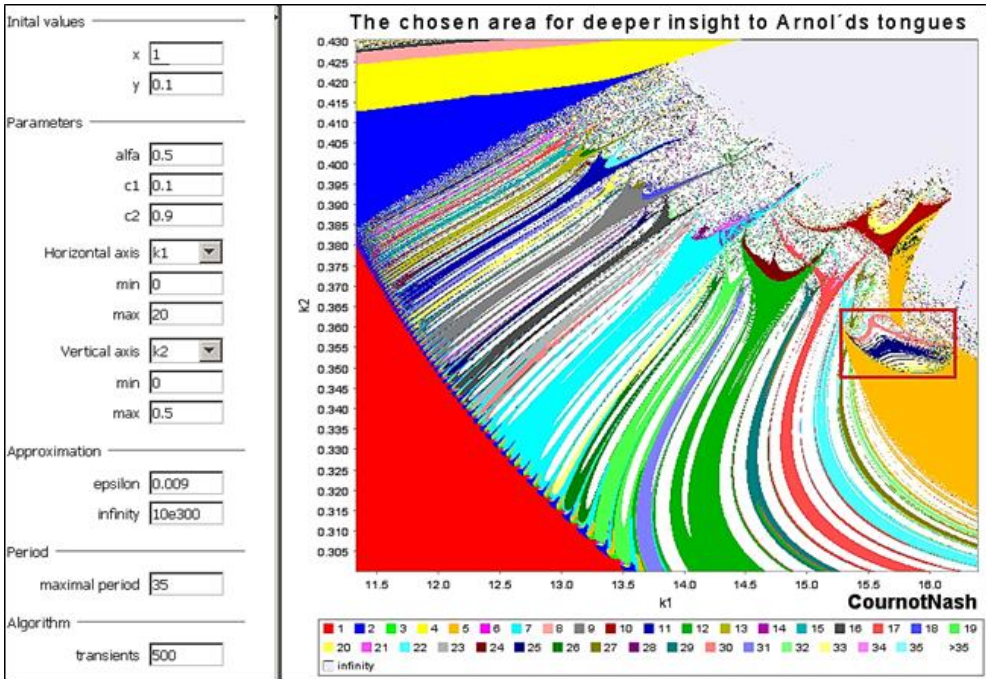


Figure 20. The Arnold's tongues – detail

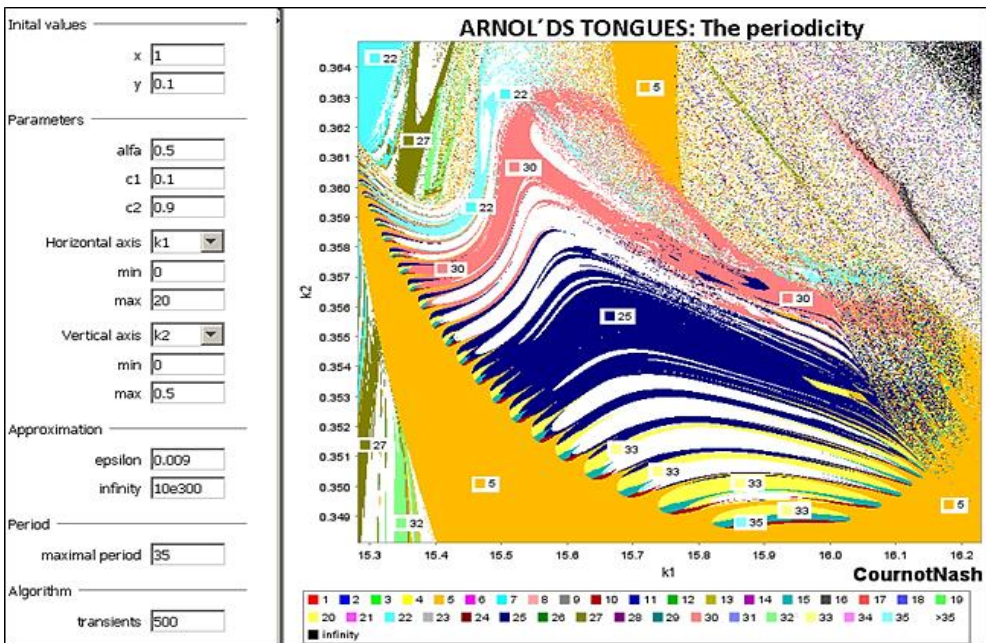


Figure 21. The deep insight into Arnold's tongues (small window in Figure 19)

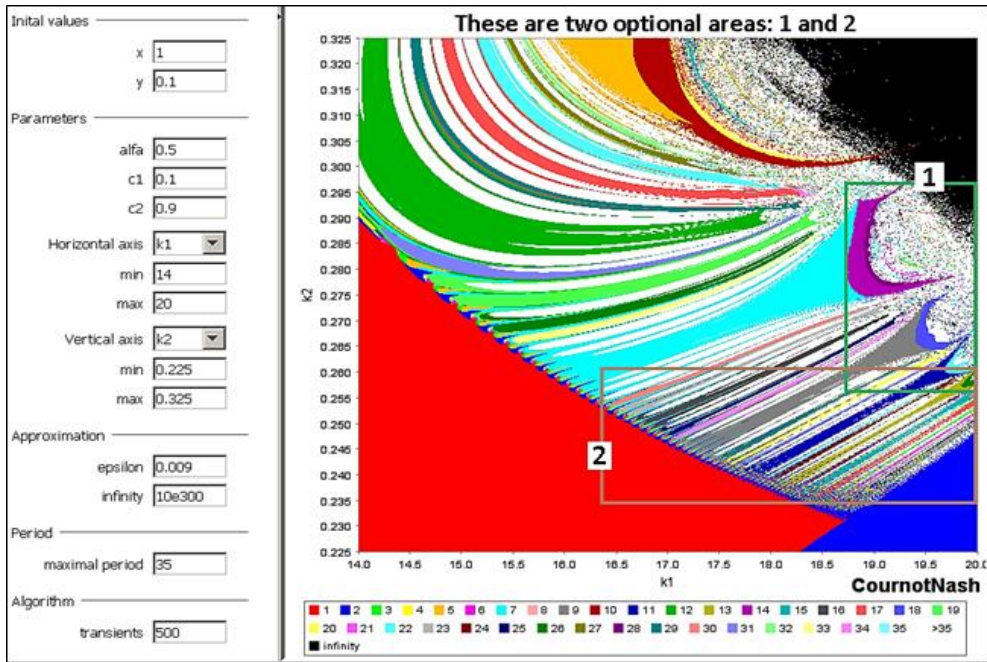


Figure 22. Two areas draft in the sphere of Arnold's tongues (Neimark-Sacker) to choose

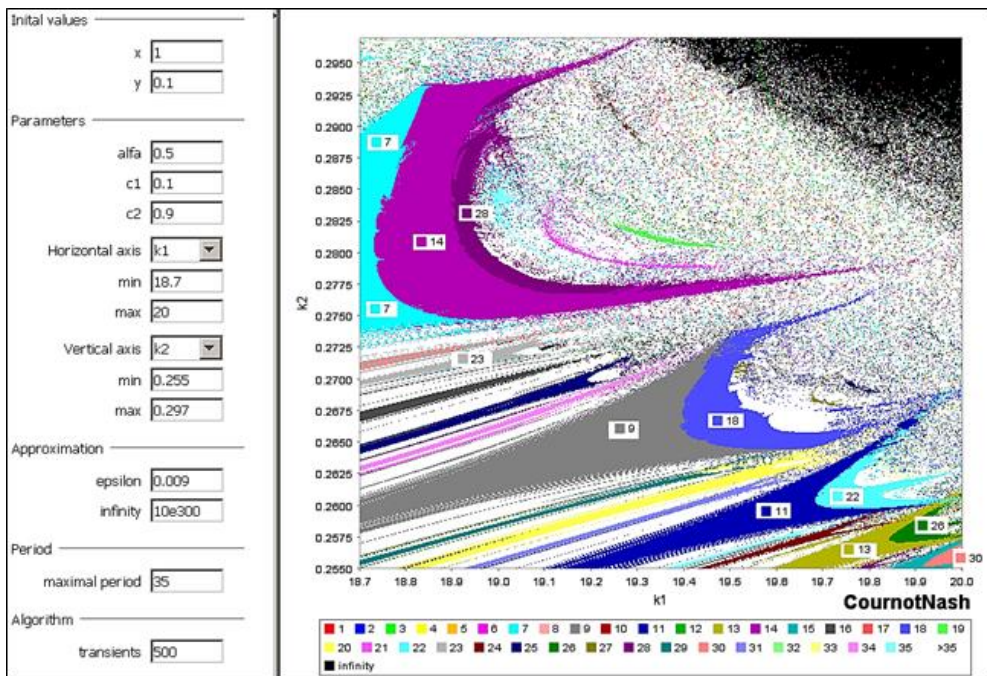


Figure 23. The cycles in chosen area No.1 as shown in Figure 21

Conclusion

The economy in objective reality is very complex evolutionary entity with strange dynamics. This object of study with such characteristics needs very sophisticatedly elaborated ontology and the economic scholars maybe not meet this in the realm of conventional (and/or orthodox) economic approaches. The notoriously used ontology is dwelling very close to mechanics and classical thermodynamics. Economy is vertically layered multiplex network with complex behaving nodes and with tangled web of relations among them in all distances. Because sizes and behaviour of nodes and connections is in permanent change it can be envisaged as complex behaved creature. In nature such entities alike are coral shelves and tropical rain forests (jungle). Economy is one of the most complex system in the planet Earth. This is the reason why conventional economical approaches, methods and tools are bearing not adequate results. Our lot of years of experience with ICT/CI approaches to economic imagination and reasoning justified us to conclusion that every economist have to be aware not to create naïve imagination about behaviour of economy by conventional mode. It is most advantageous for them to use ICT/CI approaches.

References

- [1] Agliari, A., Naimzada, A.K., Pecora, N., Nonlinear dynamics of a Cournot duopoly game with differentiated products, *Applied Mathematics and Computation*, Volume 281, 30 April 2016, pp. 1–15.
- [2] A. Agliari, L. Gardini, T. Puu, Global bifurcation in duopoly when the fixed point is destabilized via a subcritical Neimark bifurcation, *International Game Theory Review*, *International Game Theory Review* 8, 1-20, 2006.
- [3] Andrášik, L., *Aplikovaná systémová dynamika a synergetika*. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2010. 311 s. ISBN 978-80-227-3360-1.
- [4] Andrasik, L., *Qualitative Economics Computational Intelligence Assisted Building Writing and Running Virtual Economic Theories*, Springer 2010.
- [5] Cournot, A., *Recherches sur les Principes Mathématiques de la Théorie des Richesses*. Hachette, Paris, 1838.
- [6] Fanti, L., Gori., 20012 The dynamics of a differentiated duopoly with quantity competition, *Economic Modelling*, 29, 421-427.
- [7] Puu, T., The chaotic duopolists revisited. *J Econom. Behav. Org.* 37: 385-94, 1998.
- [8] Verhulst, P.-F. "Recherches mathématiques sur la loi d'accroissement de la population." *Nouv. mém. de l'Academie Royale des Sci. et Belles-Lettres de Bruxelles* 18, 1-41, 1845.
- [9] Verhulst, P.-F. "Deuxième mémoire sur la loi d'accroissement de la population." *Mém. de l'Academie Royale des Sci., des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique* 20, 1-32, 1847.



Prof. Ing. Ladislav Andrášik, DrSc.
Slovak University of Technology in Bratislava, Slovakia
Ladislav.Andrasik@gmail.com



To the question of evaluation in open, distant and e-Learning

Maria Pannatier

Abstract:

Nowadays open, distance and e-learning is a growing demand and practice. But at the same time little attention is given to organizing and carrying out the evaluation research of this particular education format by the ODeL educators themselves. The existing evaluation frameworks are being ignored. Moreover, the problems of data collection, assessment and evaluation are rarely put on the agenda in the learning design process. Though still, evaluation remains the equal stage of ODeL design and constitute one of its success factors, if integrated with the implementation stage. The efficiency of implementation of ODeL can be enhanced by continuous assessment and evaluation at each design stage. The stakeholders need to reflect on and be aware of what evaluation means for ODeL, at which stage of innovation they find themselves, why to carry out the evaluation and how, what they would like to know about their ODeL systems, which of the evaluation methods suit best their particular case, what state-of-the-art tools for data mining and statistics analysis are at their disposal. Generally, all these challengers need to be tackled while constructing the evaluation road map that will help to provide the synergy between implementation and evaluation. The paper offers a qualitative analysis of the strategies, principles, methods and tools of the evaluation in ODeL to improve its implementation and performance.

Keywords:

Open learning, distance learning, e-learning, learning design, implementation and evaluation, evaluation models, evaluation tools, evaluation frameworks.

ACM Computing Classification System:

Applied Computing, Computing in Other Domains, e-Learning

■ Introduction

*“Every time we try something new, it is important to consider its value.
(Davidson E.J.)” (Ruhe & Zumbo, 2009)*

The digital age, open knowledge society and knowledge-based economy stimulate the growth of technological innovations. But is it really, as described by P. Drucker, a «change that creates the new dimension of performance» for education? Are advances in educational technologies efficient enough to make us revise the understanding of teaching and learning – what we refer to as pedagogy? Are we aware of the influence and consequences of the ICTs integration in the learning process? How can quality assurance in education be sustained with and by technologies at all levels and with all age groups? How can the ICTs in education meet the demands and needs of the individual learner, particular field of knowledge, knowledge-based society and modern state, how to engage learners more effectively and develop the 21st century skills for the future employees?

These are the most critical challenges I have always confronted in my previous research and development for technology enhanced and distance learning and like many other practicing educators all over the world have been conscious of and willing to tackle but, unfortunately, was not able to due to focusing on content design and process support issues, lack of analytical tools, professional competence and resources. And these challenges are all about evaluation. So, let us have a closer look at why we evaluate ODeL, what we evaluate and how we evaluate.

■ 1 The essence of evaluation for ODeL

«Evaluation is «the process of determining the merit, worth and value of things and evaluations are the product of that process» (Scriven, 1993, p. 1). «Evaluation is an attempt to judge the worth, value, or quality of something» (Coldeway, 1988). «Evaluation is a process giving attestations on such matters as reliability, effectiveness, cost-effectiveness, efficiency, safety, ease of use and probity. Evaluation provides evidence and evaluative claims with respect to the worth, value and improvement of individuals, programs, projects, services, and organizations (Stufflebeam & Shinkfield, 2007)». (Ruhe & Zumbo, 2009, p. 8)

The design and implementation of ODeL is guided by evaluation. For instance, evaluation activities can determine educational needs (i.e., needs assessment), how to improve a program/course (i.e., formative evaluation), and whether, or to what extent, a program/course has achieved its desired outcomes (i.e., summative evaluation). Evaluation can also determine whether certain standards are being upheld, and thus, can prove very useful in the accreditation process. Evaluation and implementation activities can form a cyclical feedback turn where the results of one inform the activities of the other. In this way, ODeL design and implementation can be continuously improving to meet the needs of an ever-changing learning community.

The first decision to be made is whether to conduct the evaluation in the ODeL design phase or after the ODeL has already run. “Evaluation should be practiced continuously through the design, development and implementation cycles to ensure that things work as anticipated and intended” (Moore & Kearsley, 1996, p. 120),

and evaluation is a critical component of course design (Tennyson, 1997). The best course designers go through several cycles of formative evaluation (Visscher-Voerman & Gustafson, 2004)». (Ruhe & Zumbo, 2009, p. 8)

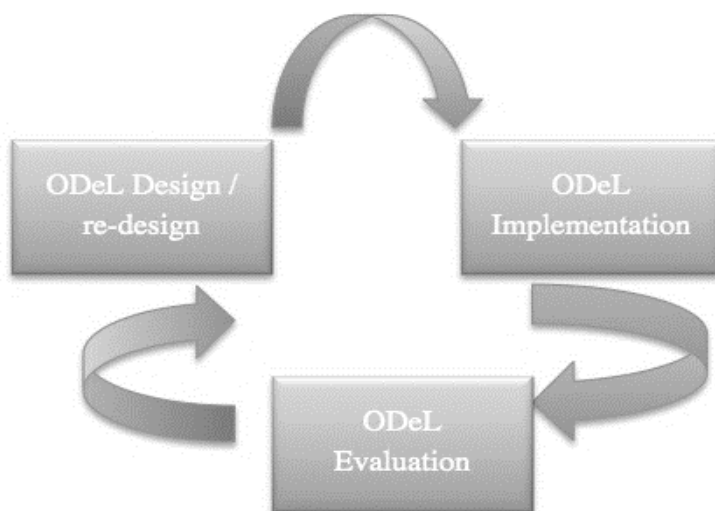


Figure 1. The interdependence of ODeL implementation, evaluation and re-design

2 ODeL and innovation

One of the success factors of ODeL evaluation is considering it as an innovation. When starting to plan the implementation of an ODeL course or a program, it is important to realize that its reception like any other innovation may go through phases from awareness to full integration. Unfortunately, in many cases when developers do not treat ODeL as an innovation, it leads to its implementation failure, ODeL being buried in oblivion or left at the design stage, and what is more, proclaimed as an inefficient mode of education delivery. Those who are convinced of the value of the ODeL program will quickly go through the innovation phases as opposed to others who are more reticent to accept the program and might not get past the phase of awareness. For this reason, the ODeL developers must be aware of all the attitudes, and the purpose of the ODeL implementation must be communicated to the stakeholders.

“Potential users must be aware of a problem that the innovation can solve, be aware of the innovation itself, believe that innovation can solve the problem, be in favour of the innovation, and see a role for themselves in using or adopting the innovation.” (Smith & Ragan, 2005, p. 304)

ODeL awareness means ODeL adoption, which is critical to its success as an innovation. The innovation must be widely adopted in order to self-sustain. Within the rate of adoption, there is a point at which an innovation reaches critical mass. Diffusion manifests itself in different ways in various cultures and fields and is highly subject to the type of adopters and innovation-decision process. (Rogers, 2003)

As an innovator aiming for his ODeL program to be accepted and used to its full potential, he needs to use effective methods to convince the stakeholders of the value of the learning process or program. He needs to show the audience how the adoption of this program will benefit them. One way is to identify “potential adopters by adoption category: innovators, early adopters, early and late majority, and laggards. In situations in which persuasion is needed and appropriate, strategic planning of engagements can be based on these classifications. For example, innovators do not need to be persuaded to change because they are doing the innovating; whereas efforts to persuade laggards are not likely to be successful; and early adopters are often the most important individuals to persuade since they are most likely to both accept an innovation and they are also often opinion leaders for the majority.” (Smith & Ragan, 2005, p. 306)

■ 3 Evaluation approaches (models⁸)

Next, let us have look at the various available evaluation approaches that can help ODeL professionals to improve their ODeL through evaluation when appropriately chosen or applied in a newly developed model. ODeL evaluators need to understand the major evaluation paradigms that shape research methods and evaluation practice. An evaluation model is a set of theoretical concepts that serves as a road map to guide evaluation practice. You would never think of walking to some unknown point without a good map. Similarly, you need an evaluation model to guide you when you evaluate an ODeL course or a program. Without a model, you risk getting lost, missing important information, and being unduly influenced by the conflicting demands of stakeholders.

The evaluation models vary in their relative emphasis. But evidence, values, and consequences as the main dimensions for the ODeL are present in all program evaluation models. Even when one or two are predominant, the others are in the background (Ruhe & Zumbo, 2009). Classic methodologies, for example, bring research evidence to the foreground and ignore values and consequences. Similarly, the accreditation- and management-oriented models emphasize inputs, outputs, and consequences, but values are still implied because these studies usually offer directions for ODeL improvement. Similarly, contemporary models, which affirm multiple perspectives and stakeholder participation, bring values into the foreground, and evidence is in the background. The evaluation models are briefly summarized in Table 1.

■ 4 Evaluation methods

Let us briefly analyze which methods can be used in evaluation of ODeL program no matter whether effectively integrated into its evaluation model or used as a separate evaluation tool (the last is least preferable). Methods-driven evaluations center on an appropriate research design and methodology; the emphasis is on technical quality, not a comprehensive assessment of merit and worth. This category includes **experimental studies**, **case studies**,

⁸ In some literature on evaluation the tem “model” is used to describe the set of theoretical concepts guiding evaluation structure and process, though usually the terms “approach”, “model”, “framework” are used interchangeably.

qualitative methods, quantitative methods, mixed-method studies, cost–benefit analysis, accreditation and others. The primary limitation of questions- and methods-oriented approaches is their narrow focus, often a research question, which is not directly connected to a comprehensive assessment of the overall merit and worth of programs. (Stufflebeam, 2001).

Table 1. Evaluation approaches (Roberts, Coutts, n.d.)

1. Historical Perspective (<i>Guba and Lincoln, 1989</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • the measurement generation • the generation of description • the generation of judgment • responsive constructivist evaluation
2. Functional approach (<i>Patton, 1986</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • formative • summative
3. Approach focused evaluation	<ul style="list-style-type: none"> • experimental - characterized by the work of Rossi and Freeman • goal oriented - characterized by the work of Popham, Owen and Rogers, Mayne, Dart • decision focused - characterized by the work of Stufflebeam • user oriented - characterized by the work of Patton • stakeholder focused - House, Mertens, Weiss, Roberts • responsive - characterized by the work of Guba and Lincoln and Stake, Pawson and Tilley, Truman, Mertens and Humphries, Dart

Research questions commonly involve cause and effect, such as “Did ODeL result in higher student performance, as measured by means of course grades?”. A question may involve multiple variables of cause and effect, such as “What are the various factors that contribute to student retention?” or “What is the relative importance of each variable?” With mixed methods, quantitative and qualitative data are blended to provide an analysis of both outcomes and process. Mixed-methods studies result in greater validity, generalizability, and usefulness than qualitative or qualitative methods alone (Stufflebeam, 2001).

Evaluators’ goal is descriptive, that is, to define the significant features of the ODeL, analyze qualitative and quantitative data, create plausible interpretations, and build a comprehensive description of how the ODeL performs. This comprehensive evaluation of ODeL performance will also give recommendations for ODeL improvement. In other words, each ODeL is a case or unit of analysis, and each ODeL evaluation is a case study. The goal of evaluators is to obtain a comprehensive, in-depth “picture” of the ODeL as a working system.

To achieve this goal, they need to:

1. collect data on the chosen aspect or all four aspects of the «unfolding model»⁹, i.e scientific evidence, relevance / cost-benefit, underlying values and unintended consequences;
2. use quantitative and qualitative methods as equal, parallel methods. (Ruhe & Zumbo, 2009, p. 106)

As a whole, mixed methods provide the kind of richness, depth, and coverage required for a comprehensive understanding of ODeL. The evaluators will be collecting and comparing quantitative and qualitative data from multiple and diverse sources. By comparing documents with interview and survey data, they can obtain a comprehensive picture of the value of ODeL as it is actually implemented.

Whether an evaluation is focused on benchmarks and usability, or structured around general evaluation questions/criteria/aspects, a variety of assessment tools are available to gather data. ODeL can be evaluated with quantitative or qualitative methods. Use of the online education system can be tracked resulting in usage statistics, as well as qualitative observational notes. For instance, electronic observations can document frequency, types, and content of online communications. Communications can also be monitored regarding the extent to which course topics are discussed, the depth to which these topics are discussed, and interactivity characteristics of the messages.

Table 2: Data Sources (Ruhe & Zumbo, 2009)

Documents	Course outline Course development grant Notes on course history # Committee meeting notes Textbooks
Quantitative data sources	Student records (e.g., grades, attendance) Tutor feedback # Grades and completion rates # Performance tracking statistics
Qualitative data sources	Interviews Focus groups # Transcripts of online discussions Webpage evaluation checklists

Traditional evaluation methods are useful in ODeL education environments as well. Participants can be interviewed by telephone, gathered for focus groups (when possible), or surveyed.

⁹ One of the model for online education evaluation that presents evaluation methods as as a system and can be easily customised. See Ruhe, Zumbo, 2009 for more information about the unfolding model.

A pre-designed course evaluation instrument such as the Instructional Assessment System (IAS) Online (Office of Educational Assessment, 2002) is a useful tool for gathering evaluation data. IAS Online is a web-based assessment of post-secondary courses through the Internet. A custom online database is created for the instructional program undergoing evaluation, and users may select standard evaluation items or create new items unique to the course or instructional program. An HTML form is another interesting survey tool for obtaining evaluation data. HTML forms, or surveys, can be built into an online course for immediate feedback regarding the medium, content, format, design, and structure of the course. (Balanko, 2002)

Regardless of the types of evaluation methods employed or the scope of the evaluation plan, evaluation activities should be guided by the ODeL national or regional evaluation standards # Table 2. They assist evaluators in designing and implementing evaluations that are useful, feasible, appropriate, and accurate. In addition to being of benefit to evaluators, the standards (frameworks) are helpful for users of evaluation findings to judge an evaluation's quality.

5 Evaluation frameworks

The literature on ODeL evaluation is growing. For ODeL program leaders and evaluators who are developing an evaluation, there exist several basic frameworks for looking at the quality of online environment, courses and teachers, etc. There also is a growing body of theories and studies from which evaluators can draw lessons and adapt methods; evaluators need not reinvent the wheel. At the same time, they must exercise caution when applying findings, assumptions, or methods from other studies, as ODeL programs and resources vary tremendously in whom they serve, what they offer, and how they offer it. What works best for one ODeL program evaluation may not be appropriate for another one. Sometimes the best approach to successful evaluation is being proactive. When considering an evaluation, ODeL leaders should first identify the various stakeholders who will be interested in the evaluation and what they will want to know.

You are free to either choose from a handful of the reviewed frameworks, or decide to develop our own evaluation model for your particular ODeL taking into consideration local evaluation challengers and recommendation. The EADTU E-xcellence Quality assurance in e-learning framework ('EADTU', n.d.) or the UNESCO Institute for Statistics GUIDE (UNESCO Institute for Statistics, 2009) can be considered as a self-evaluation tool to set and monitor guidelines for high-quality ODeL design.

For example, the UNESCO framework uses a holistic approach and four steps innovative model aiming at development of the basic indicators for ICTs in education for their further specification and further development. It uses the methods of development of professional competences in the form of skills and competence matrix. It uses the guidelines for the development of the teachers' ICT competence as its main tool. So, UNESCO with its strategic partners from the ICT industry developed and started to implement UNESCO ICT Competency Framework for Teachers, ICT-CFT. This document is the basis for the development of the national (regional) standards for the ICT competence of the teachers that is considered to be strategically and politically important for ICTs implementation.

As for EADTU E-xcellence, it is a guideline for e-learning quality assurance in higher education.

Quality Assurance in e-learning is a part of EADTU – European Association of Distance Teaching Universities activities and is available for its members and partners. It uses community based and knowledge sharing approach for evaluation based on benchmarking. With its flexible system easily integrated in the existing evaluation criteria as a model it aims at creating the innovative university education quality assurance system focused on ODeL and blended learning quality evaluation. It offers a set of 33 criteria (including sub-criteria and indicators) in 3 main domains (strategic management, content development and content delivery) in the form of implementation of the set of processes aimed at development, monitoring, evaluation and quality assurance of eLearning educational services. It uses such tools as manuals, auditors' notes, online tools (quick scan or full assessment).

6 Challenges and recommendations for ODeL evaluation

Of course, evaluating ODeL is not altogether different from assessing any other type of education program, and, to some degree, evaluators may face the same kind of design and analysis issues in both cases. Still, ODeL program evaluators may encounter some unanticipated challenges in the virtual arena owing, for example, to the distance between program sites and students, participants' unfamiliarity with the technology being used, and a lack of relevant evaluation tools. For example, a limited number of frameworks to help evaluators describe and analyze programs, or tools, such as surveys or rubrics, they can use to collect data or assess program quality. Another common challenge when students are studying at a distance is the difficulty of examining what is happening in multiple, geographically distant learning sites. And multifaceted education resources—such as Web sites offering a wide range of features or virtual schools that offer courses from multiple vendors—are also hard to evaluate, as are programs that utilize technologies and instructional models that are new to users.

Furthermore, evaluations of ODeL often occur in the context of a strategically loaded debate about whether such programs are worth the investment and how much funding is needed to run a high-quality program; about whether ODeL really provides students with high-quality learning opportunities; and about how to compare distant and traditional approaches. Understandably, funders and policymakers—not to mention students and their parents—want data that show whether ODeL can be as effective as traditional educational approaches and which online models are the best. These stakeholders may or may not think about evaluation in technical terms, but all of them are interested in how students perform in these new programs. At the same time, many ODeL program leaders have multiple goals in mind, such as increased student engagement or increased student access to high-quality courses and teachers. They argue that test scores alone are an inadequate measure for capturing important differences between traditional and ODeL settings.

So, the following recommendation must be taken onto consideration when conducting ODeL evaluation:

- 1) meet the needs of multiple stakeholders and choose evaluation approach accordingly,
- 2) build on the existing base of knowledge,
- 3) evaluate multifaceted online resources,

- 4) find appropriate comparison groups,
- 5) seek if the comparative study is appropriate,
- 6) solve data collection problem,
- 7) gather valid evaluation data,
- 8) take the program maturity into account,
- 9) translate evaluation findings into action.

7 Learning analytics as a growing field in educational evaluation

According to the authors of the edX course on Learning Analytics offered by the University of Texas Arlington “capturing and analyzing data has changed how decisions are made and resources are allocated in businesses, journalism, government, and military and intelligence fields. Through better use of data, leaders are able to plan and enact strategies with greater clarity and confidence. Data drives increased organizational efficiency and a competitive advantage. Simply, analytics provide new insight and actionable intelligence”.

In education, the use of data and analytics to improve learning is referred to as learning analytics (LA) and educational data mining (EDM). Analytics have not yet made the impact on education that they have made in other fields. That’s starting to change. Software companies, researchers, educators, and university leaders recognize the value of data in improving not only teaching and learning, but also the entire educational sector. In particular, learning analytics enables universities, schools, and corporate training departments to improve the quality of learning and overall competitiveness. Research communities such as the International Educational Data Mining Society (IEDMS) and the Society for Learning Analytics Research (SoLAR) are developing promising models for improving learner success through predictive analytics, machine learning, recommender systems (content and social), network analysis, tracking the development of concepts through social systems, discourse analysis, and intervention and support strategies.

The use of analytics in education has increased in recent years for four primary reasons: a substantial increase in data quantity, improved data formats, advances in computing, and increased sophistication of tools available for analytics. (‘analytics_tools.docx’, n.d.)

Table 4: LA Tools (‘analytics_tools.docx’, n.d.)

Data Cleansing/Integration	http://www.pentaho.com
Statistical Modeling (predictive models)	https://www.r-project.org
Network Analysis	http://edutechwiki.unige.ch/en/SNAPP
Linked Data	http://www.ted.com/talks/tim_berners_lee_on_the_next_web.html http://wiki.dbpedia.org
Visualization	http://code.google.com/apis/chart/

8 Evaluation road map

To be successful in ODeL evaluation any educational institution or a program leader needs to decide upon the evaluation strategy and framework applied or introduced, evaluation criteria and tools used, type of evaluation methods applied, the way evidence are collected. All these issues are reflected in the implementation plan that is developed by a team of innovators or a special structure or department for evaluation. It is important that the evaluation report is presented and shared with the all stakeholders including the following parts:

- Brief description of the institution and ODeL, stakeholders involved, aims of evaluation, political and social context.
- Evaluation and implementation strategy and approach.
- Formative or/and summative evaluation preferences.
- Type of experiment, number of participants, etc.
- Justification of the choice of the evaluation model or a framework.
- Evaluation question and dimensions of the evaluation study.
- Outline of evaluation criteria.
- Methods of collecting and presenting data.
- Evaluation tools and sources. Examples of evaluation materials.
- The expected benefit of evaluation and implementation for the ODeL, and development perspectives in an evaluation report.
- Training the evaluators and participants, if needed.

Conclusion

Implementation and evaluation of ODeL are interdependent processes. Highly interactive instructional design that is aligned with student-centered pedagogy forms an effective ODeL. Evaluation activities that assess alignment of pedagogy, educational activities, and desired learning outcomes, plus address specific issues of usability and benchmark achievement, provide valuable information for continual improvement. In this way, evaluation plays an important role in moving the power of ODeL from promise to practice.

However as promising and powerful as ODeL may be, it is important to acknowledge potential disadvantages. Warnings of possible problems should not be overlooked such as compromised higher education values, overestimated usefulness of online technologies, and threats to student literacy and student ethics.

Despite these drawbacks, ODeL does have promise as a fast-growing form of accessible education. It is far too important if educators attend carefully to pedagogy and design when implementing online education. Furthermore, it is essential that evaluation activities inform these practices, as it will result in educational experiences of the highest quality.

The future research agenda in this area is to be focused on presentation and analysis of the case studies and real practices of the institutions implementing this or that evaluation model, on the issues of professional development of educators planning to take up an implementation and evaluation initiatives, as well as analysis of the eLearning standards both national and international available for the evaluators.

References


- [1] analytics_tools.docx. (n.d.). Retrieved April 26, 2017 from https://d37djuv3ytnwxt.cloudfront.net/assets/courseware/v1/77e9d8bae4a6934f8614f5189dc0c8/c4x/UTArlingtonX/LINK5.10x/asset/analytics_tools.docx
- [2] Balanko, S. L. (2002). Review and resources: Online education implementation and evaluation. Retrieved April 26, 2017 from <http://concave.stc.arizona.edu/stc/docs/uw/online-ed-imp-eval.pdf>
- [3] EADTU. (n.d.). Retrieved 26 April 2017, from <http://e-xcellencelabel.eadtu.eu/>
- [4] Richards, G. (2011). Measuring Engagement: Learning Analytics in Online Learning. Retrieved from https://www.academia.edu/779650/Measuring_Engagement_Learning_Analytics_in_Online_Learning
- [5] Roberts K., Coutts J. Methods, Monitoring, Evaluation and Reporting of Extension. (n.d.). Retrieved April, 26 2017 from http://www.apen.org.au/images/PDF%20documents/APEN%20Forum07%20papers/Roberts__Coutts__Methods_Monitoring_Evaluation__Reporting_of_Extension.pdf
- [6] Rogers E.M. (2003). Diffusion of Innovations, 5th Edition. Retrieved 26 April, 2017 from https://books.google.ch/books?id=9U1K5LjUOwEC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- [7] Ruhe, V., & Zumbo, B. D. (2009). Evaluation in distance education and e-learning: the unfolding model. New York: Guilford Press.
- [8] Smith, P. L., & Ragan, T. J. (2005). Instructional design (3rd Edition). New York.
- [9] Stufflebeam Daniel L. (2001). Evaluation Models. New directions for evaluation, no. 89. Retrieved from http://onlinelibrary.wiley.com/store/10.1002/ev.3/asset/3_ftp.pdf?v=1&t=j1ypvbmm&s=f586a403098e4b6fc341ed8f0f48a044dfae6921
- [10] UNESCO Institute for Statistics. (2009). Guide to measuring information and communication technologies (ICT) in education. Montreal: UNESCO Institute for Statistics.

Maria Pannatier

doctorate candidate

The University of Geneva, Genève, Switzerland

pannatier.maria@bluewin.ch



Methodology of vulnerability assessment for various types of cloud structures

Anatoly Tsaregorodtsev, Anna Zelenina, Eugen Ružický

Abstract:

Today organizations increasingly consider cloud computing as an alternative way of using information technology. At the same time, the use of different vulnerabilities of infrastructure components, network services and applications remains are the major threat to the cloud. The article proposes a methodology of vulnerability assessment for any type of cloud structures, which will allow to determine the coefficient of counter to possible attacks and to correlate the amount of damage to the total cost of ownership of IT-infrastructure of organization.

Keywords:

Cloud computing, information security threats, attack, damage, system vulnerability assessment, factor counteracting.

ACM Computing Classification System:

Distributed architectures, Cloud computing, Distributed systems organizing principles, Cloud based storage, Information flow control, Security requirements, Formal security models, Distributed systems security.

■ Introduction

Practically all technologies, which nowadays are components of cloud paradigm, existed before, but until now there was no supply on the market, which could combine perspective technologies in the single commercially attractive decision.

Only at the last decade cloud services emerged thanks to which these technologies became on the one hand available to the developer and on another hand comprehensive to the business community [1, 2].

Cloud computing is economically effective from the point of total ownership cost that allows cost reducing of technical maintenance. The enormous part of annual budgets in the majority of IT organizations goes for maintenance and structural amortization without any new additional cost.

Nevertheless cloud computing is a new form of distributed calculations which is still rudimental. Using the cloud computing paradigm organization declines a direct control of many security aspects and thereby creates unprecedented confidence level to cloud provider what can have ambitious plans for development of federal agencies systems, education institutions and other state organizations [3, 4, 16]. But many of the features that make cloud computing attractive may be in conflict with traditional models of information security [5, 6, 13].

An opportunity to use different vulnerabilities of infrastructure components, network services and applications is still the main threat to cloud services [7, 8, 9]. This aspect is serious danger to public PaaS- and IaaS-models where management of vulnerabilities, configuration and update are in responsibility zone of cloud client. In public cloud environment (PCE) the total security level is distributed between participants of all multiuser virtual structure. On the one hand management responsibility of vulnerabilities, configuration and update (VPC) of infrastructure lies on the provider, on the other hand cloud environment clients should understand exactly those VPC aspects which they are liable for [14].

Let us consider management features of vulnerabilities, configuration and update in the cut of service submission models and responsibility zones between a provider and a client.

▀ 1 Management of vulnerability, configuration and update

The vulnerability management is an important possible threats control element for defence of the host, network devices and applications against attacks (Figure1). Organizations which care about information security provision introduce vulnerability management procedures consisting of standard scanning of systems connected to the network, risk analysis of vulnerability appearance and modification process for risk elimination. Organizations taking into account standard ISO/IEC 27002 use technical vulnerability management opportunities which bases on attainment principle of acceptable risks, arising during exploitation. The vulnerability management must be realized in the form of effective and systematic procedure with an opportunity to measure its effectiveness.

Similarly to vulnerability management, management of update and rectification is an important control element of possible threats on the level of host, network devices and applications where actions of unauthorized users are focused on exploitation of known vulnerabilities.

SaaS-providers must assess new vulnerabilities and correct hardware and software of every system which is distributed to clients.

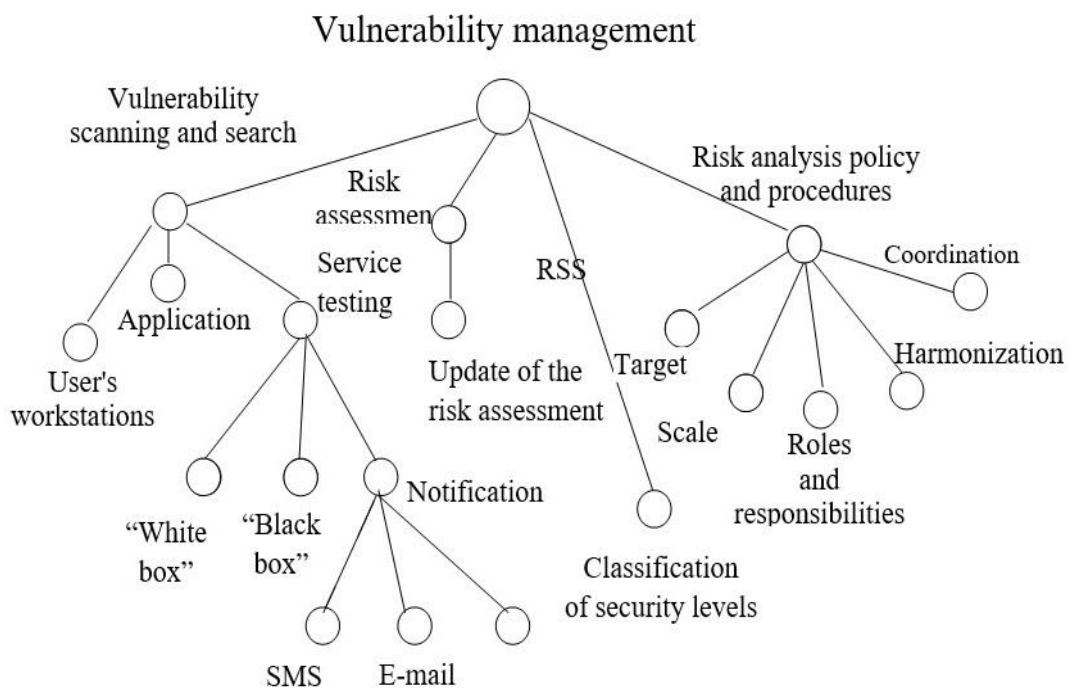


Figure 1. Vulnerability management target tree of cloud computing environment

Clients are free from update procedures in SaaS environment but are liable for patch management for full software stack (OS, applications, databases) installed and managed on IaaS platform. Clients are also liable for application rectification, deployed on PaaS platform.

Security configuration management is also one important aspect of threat management for network devices and units from unauthorized users, using every “narrow places” in the configuration (Figure 2). The defence of network configuration, node and application leads to control and management of access to critically important system and database of configuration files including OS, firewall, network options of local and remote data storage and database control [10, 12].

SaaS and PaaS service providers are liable for configuration management of their platforms, but IaaS clients are responsible for configuration management of OS, applications and databases.

2 Vulnerability estimation result analysis for different types of cloud environment

Using statistic information about main vulnerabilities of cloud computing environment let us calculate security level of every separate infrastructure based on metric «NVD Common Vulnerability Scoring System Support v.2» of the USA National Institute of Standards and Technologies [11, 15].

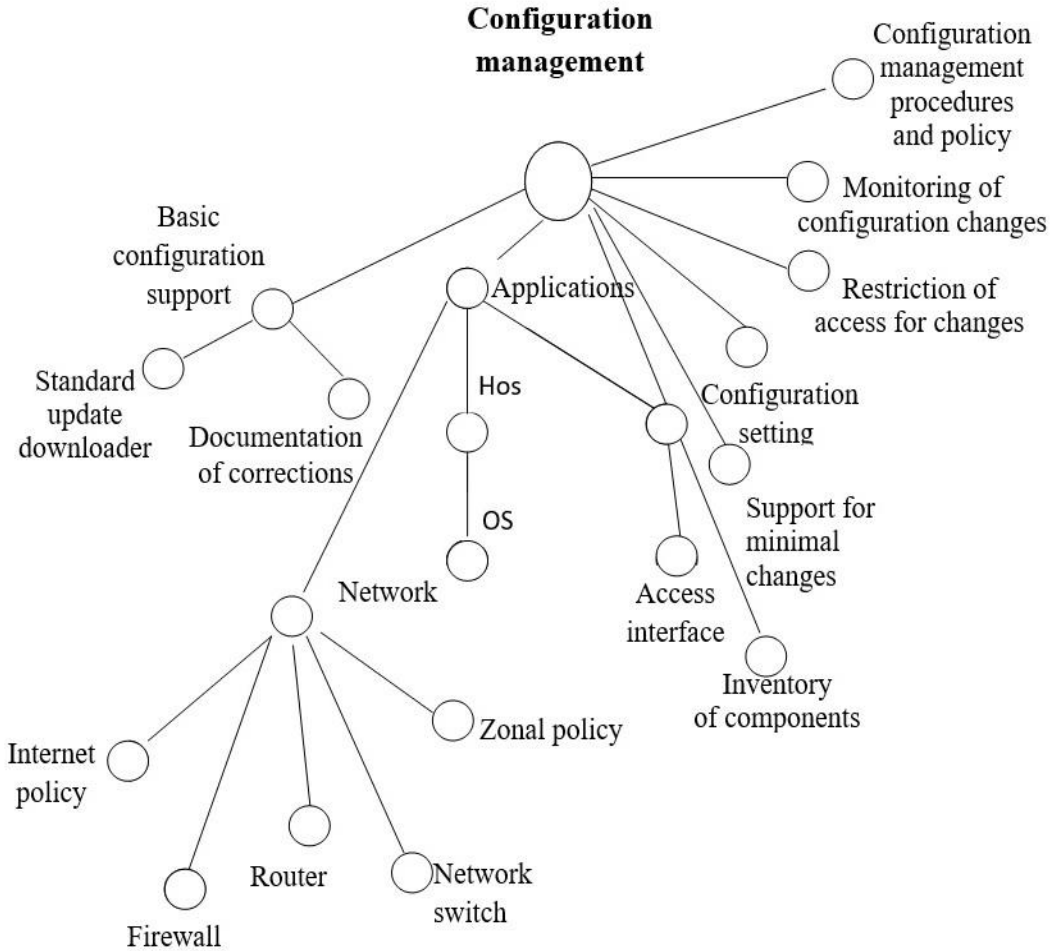


Figure 2. Configuration management target tree of cloud computing environment

The common vulnerability estimation system (CVSS) provides public architecture for obtaining of interconnections, features and vulnerability influence on IT-infrastructure in question. CVSS metric include calculations of three types: basic group, temporary group, environment factor [15]. Calculation result of every group is a numeric estimation from 1 to 10 and vector, consisting of a squeezed text description for received values.

Basic group presents internal characteristics of possible vulnerabilities. Temporary group presents vulnerability characteristics, which change with time passage. Environment factor group presents vulnerability characteristics which are unique for different environments. CVSS tools allow receiving the estimation of IT-vulnerabilities with different characteristics, including the estimation for different cloud computing environments. The CVSS metric list is presented on Figure 3 [15].

A result of vulnerability estimation according to CVSS method for private cloud environment (PCE), public cloud environment and hybrid cloud environment is presented in table 1.

Received estimations results of possible vulnerabilities for different cloud environments show that using of public cloud is inaccessible in case of critical data processing, so the golden mean is hybrid cloud environment.

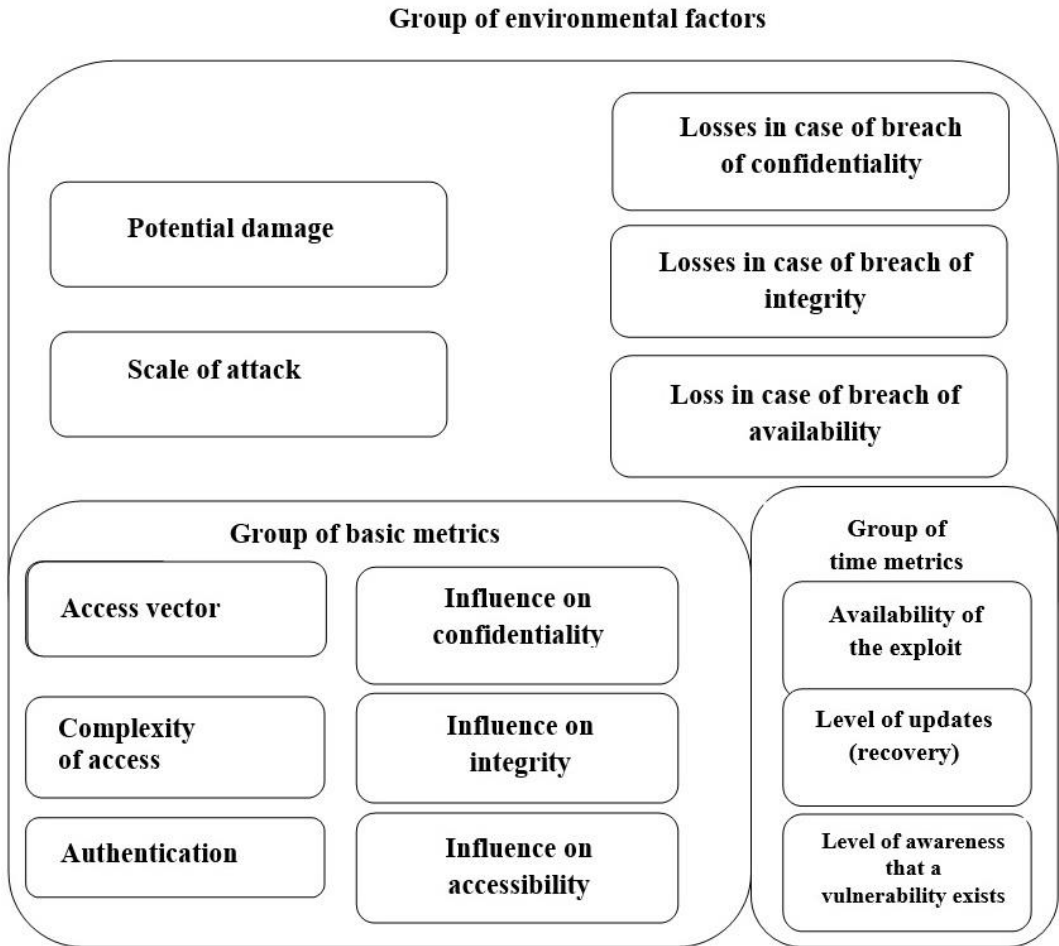


Figure 3. CVSS metric list

Table 1. Vulnerability estimation on the basis of CVSS metric

	PCE	PrCE	HCE
1 Basic metric group	9	3,4	7
1.1 Access vector	Public network	Local network	Hybrid network
1.2 Complexity of access	Low	High	Medium
1.3 Authentication	Single-factor	Multi-factor	Multi-factor
1.4 Confidentiality influence	Complete	Partial	Complete
1.5 Integrity influence	Complete	Partial	Complete
1.6 Availability influence	Complete	Partial	Complete
2 Temporary metric group	6,2	3,6	6
2.1 Exploit susceptibility	High	Functional	Functional
2.2 Update level (renovation)	Official fix (patch)	«Patch»	Temporary decision
2.3 Awareness level that vulnerability exists	Confirmed	Unverified	Confirmed
3 Environment metric group	6,1	1,5	2
3.1 Potential damage	High (Catastrophic damage)	High (Catastrophic damage)	High (Catastrophic damage)
3.2 Attack scale	High (25-75 % assets in danger)	Low (0-25 % assets in danger)	Low (0-25 % assets in danger)
3.3 Damage in case of confidentiality loss	High	High	High
3.4 Damage in case of integrity loss	High	High	High
3.5 Damage in case of availability loss	High	High	High
Total CVSS estimate:	6,7	1,5	2

Let us interpret the received results of vulnerability assessment into index of countermeasure to different vulnerability types basing on ratio that CVSS-estimation which is equal to 1,5 corresponds to 85 % security efficiency of cloud IT-infrastructure (table 2).

Table 2. Counteraction coefficient for cloud environments variants

Variant	Total CVSS estimation	Counteraction coefficient
PrCE	1,5	85 %
HCE	2	80
PCE	6,7	33 %

There are results of security mechanisms application in different cloud environments at the example of accident cost «Theft by unscrupulous employee of confidential information to which the access was not provided according to security policies (using privileges)» = 5 283 168,00 RUR (table 3).

Table 3. Counteraction coefficient for cloud environment variants

Cloud architecture variant	Effectiveness of confidential data security	Sum of saved money per 1 year, RUR	Damage value, RUR
PrCE	85 %	4 490 692,80	792 475,20
HCE	80 %	4 226 534,40	1 056 633,60
PCE	33 %	1 743 445,44	3 539 722,56

Provided experimental estimation of confidential data security effectiveness confirmed the necessity to apply additional methods of information security in examples in question for construction of cloud environment.

Conclusion

On the basis of common vulnerability estimation system, allowing estimation of information system exploit exposure considering environmental factors, a method of possible vulnerability estimation for different types of cloud environment is suggested.

The application of vulnerability estimation method for different types of cloud environment has allowed to reveal the coefficient of counteraction against possible attacks and correlate the damage value to total ownership cost of all IT infrastructure of an organization.

References

- [1] Werner O. «Clouds», the virtual infrastructure and information security. – M.: «Elvis-Plus» Publish., 2012.
- [2] Vlasov A. Overview protection in virtual environments // Jet Info. – 2012. – № 3.
- [3] Vasiliev V. Security cloud environments // PC Week Review: IT Security, May 2012. URL: <http://www.pcweek.ru/security/article/detail.php?id=139185>.
- [4] Protection clouds. URL: http://www.jet.msk.su/services_and_solutions/information_security/solutions_catalog/zashchita_oblakov_i_gadzhetov.
- [5] How to stay safe in the cloud storage. 06.03.2017. URL: <http://topobzor.com/kak-obespechit-bezopasnost-v-oblachnyx-xranilishhax/.html>.
- [6] Kachko A. K., Lavrynenko M. M., Tsaregorodtsev A. V. The approach of secure hybrid cloud construction // Safety of information technology. – 2014. № 1. – PP. 22-27.
- [7] Security Issues cloud environments. URL: http://dehack.ru/news/2012_06_30_10_29_00.
- [8] Radin P.K., Zubarev I.V. The main threats to the security of information in virtual environments and cloud platforms // Cybersecurity. – 2014. – № 2 (3).
- [9] Threats to Cloud Computing and methods of their protection. URL: <http://habrahabr.ru/post/183168>.
- [10] Winkler B. Cloud computing: security issues in virtual clouds // Adapted excerpt from the book «Securing the cloud» (Syngress, a division of the publishing house Elsevier). URL: <http://technet.microsoft.com/ru-ru/magazine/hh641415.aspx>.
- [11] Tsaregorodtsev A.V. Security risk analysis of data in corporate networks-bank financial institutions on the basis of cloud computing // National interests: priorities and safety. – 2013. № 39 (228). – PP. 35-44.
- [12] Tsaregorodtsev A.V., Kachko A.K. Ensuring information security in cloud architecture of organization // National Security. – 2011. № 5. – PP. 25-34.
- [13] Tsaregorodtsev A.V., Kachko A.K. One of the approaches to the management of information security in the development of information infrastructure // National Security. – 2012. № 1 (18). – PP. 46-59.
- [14] Mell P., Tim Grance T. The NIST Definition of Cloud Computing, Version 15, September, 2011. URL: <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>.
- [15] NVD Common Vulnerability Scoring System Support v.2. (National Institute of Standards and Technology). URL: <http://nvd.nist.gov/cvss.cfm?calculator&version=2>.
- [16] 16. Trope R.L., Power E.M., Polley V.I., Morley B.C. A Coherent Strategy for Data Security through Data Governance // IEEE Security & Privacy. – 2007. – Vol. 5. – № 3. – PP. 32-39.



Anatoly Tsaregorodtsev


Doctor of Sciences (Engineering), Professor,
Dean of International Information Security Faculty,
Head of Information Security Department,
E-mail: AVTsaregorodtsev@linguanet.ru
Moscow State Linguistic University
119034, 38-1 Ostozhenka St., Moscow, Russia

Anna Zelenina

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Leading specialist of the project department,
E-mail: snakeans@gmail.com
Voronezh Institute of High Technologies
394043, 73A Lenina St., Voronezh, Russia

Eugen Ružický

Doctor of Sciences (Engineering), Professor,
Pan-European University, Bratislava, Slovakia
E-mail: eugen.ruzicky@paneurouni.com



The method of estimating the parameters of the electromagnetic fields scattered by the object with complex form in the near zone of wireless sensor networks

Методика оценки параметров электромагнитных полей, рассеянных объектом, имеющим сложную форму, в ближней зоне беспроводных сенсорных сетей

А.П. Преображенский, Я.Е. Львович, J. Štefanovič

Abstract:

At present time, many applications are connected with wireless sensor networks. Through such networks it is possible to determine the coordinates of various objects based on the analysis of the electromagnetic field distribution in space. This paper is based on the methodology that uses the representation of an object of complex shape as a set of facets, we investigate the characteristics of electromagnetic field scattered by this object in its near zone. It is shown how the calculated data are used to explore the effect how the spatial configuration of the field influences the accuracy of measurement of angular coordinates of the object. The calculated relative field amplitude of the object and the plate depends from the angle for the near zone to the far zone. The graphical analysis of the dependencies shows that in addition to monotonic attenuation length fields there exist oscillating damped oscillations. It is supposed that the antenna is moved around the object at random to get averaged characteristics over all measurement angles of the scattered field. After calculating the parameters of the distribution law of a random variable from section to section, we can conclude about how the process is changing after time. The analysis demonstrates that when we move from the far zone to the near, there is a shift of peak values of amplitudes and there is an extension of the main lobe of the secondary radiation. The histograms of the distributions of amplitudes and phases of a complex object were elaborated. After analysis it was found that the distribution of instantaneous values of the amplitudes of the scattered field by the object is described by Rayleigh law.

If we consider the distribution of the instantaneous phase of the scattered field, the shape of the histogram is close in form to the histogram of a uniform law. The analysis of the results allows to assert that the regularities of the distribution of amplitude and phase values of the scattered field related to the far and near zones are the same. Regressive function will be linear and its parameter is an angle of object, which coordinates are computed. The results will be useful to improve the accuracy of determining the coordinates of objects in wireless sensor networks.

Keywords:

Electromagnetic field, near zone, modeling.

ACM Computing Classification System:

Computer-communication networks, Distributed Systems, Local and Wide-Area Networks, Information systems applications, Communications Applications

Аннотация

В настоящее время все большее применение имеют беспроводные сенсорные сети. На основе таких сетей существуют возможности определения координат различных объектов на основе анализа распределения электромагнитного поля в пространстве. В статье на основе методики, в которой используется представление объекта сложной формы в виде совокупности фазетов, исследуются характеристики рассеянного этим объектом поля в его ближней зоне. Показано, каким образом, используя расчетные данные, можно исследовать влияние пространственной конфигурации поля на точность измерения угловых координат объекта. Приведены расчетные зависимости относительной амплитуды поля объекта и пластины от угла для ближней зоны, для дальней зоны. Анализ графических зависимостей демонстрирует, что помимо монотонного спада поля существуют осциллирующие затухающие колебания. Считается, что антенна перемещается вокруг анализируемого объекта случайным образом, находятся усредненные по всем углам наблюдения характеристики рассеянного поля. Проведя расчет параметров закона распределения случайной величины от сечения к сечению, мы можем сделать вывод о том, каким образом изменяется процесс во времени. Проведенный анализ показал, что при переходе из дальней зоны в ближнюю происходит сдвиг пиковых значений по амплитудам и идет расширение главного лепестка вторичного излучения. Даны гистограммы распределений амплитуд и фаз сложного объекта. После проведения анализа было установлено, что распределение мгновенных значений амплитуд рассеянного поля объектом описывается законом Рэлея. Если рассматривать распределение мгновенных значений фаз рассеянного поля, то форма гистограммы близка по форме к гистограмме равномерного закона. Анализ результатов дает возможность утверждать, что закономерности распределения значений по амплитудам и фазам рассеянного поля, относящимся к дальней и ближней зонам,

будет одинаковым. Функцией регрессии, которая приближает множество исходных точек при наименьшей среднеквадратичной погрешности, будет прямая линия, ее параметром является угловой размер объекта, координаты которого определяются. Результаты работы будут полезны для повышения точности определения координат объектов в беспроводных сенсорных сетях.

Ключевые слова:

электромагнитное поле, ближняя зона, моделирование.

■ Введение

В настоящее время все большее применение имеют беспроводные сенсорные сети. На основе таких сетей существуют возможности определения координат различных объектов на основе анализа распределения электромагнитного поля в пространстве. Задачи, связанные с рассмотрением законов изменения положения мгновенных радиолокационных центров отражения, описывающих объект сложной формы, рассматриваются разработчиками систем связи уже достаточно давно [1-3]. Анализ проводится при условии интерференции волн, которые рассеиваются разными элементами объекта. Построение соответствующих алгоритмов оценки характеристик рассеяния объектов даст возможности для уменьшения ошибок измерения угловых координат объектов.

Угловые ошибки возникают вследствие флуктуаций фронтов рассеянных объектами электромагнитных волн, которые распространяются к апертуре приемной антенны [1-3]. Мы можем наблюдать флуктуации, когда происходит перемещение антенны относительно анализируемого объекта, поскольку она пересекает пространственную структуру вторичного поля этого объекта. Значение их интенсивности определяется характеристиками структуры объекта, траекторией и скоростью относительного движения объекта и приемной антенны. Помимо этого, есть связь флуктуаций с тем, что трансформируется отмеченная пространственная структура поля во времени как результат того, что существуют перемещения, повороты, вибрации исследуемого объекта и происходят изменения свойств среды в которой распространяются электромагнитные волны.

Исследователями было установлено теоретическим и экспериментальным образом, что могут быть флуктуации направления пеленга объектов, которые больше, чем его угловые размеры [4, 5]. На практике решение указанной проблемы может быть полезным при управлении движением нескольких близко расположенных объектов.

■ 1 Цель работы

Ошибки измерения угловых координат объекта появляются вследствие того, что искажается пространственно-временная структура рассеянного электромагнитного поля в беспроводных сенсорных сетях. Поэтому требуется определить конфигурации такого поля в области расположения объекта, особенно в той области,

которая находится рядом с поверхностью объекта, поскольку ее нерегулярность оказывает сильное влияние на структуру поля. Помимо этого, на практике представляет интерес определение закономерностей распределений мгновенных значений амплитуд и фаз рассеянных полей в ближней зоне объекта. Тогда, основываясь на полученных данных, есть возможность для предложения технических решений, ведущих к уменьшению влияния угловых шумов при измерении угловых координат объектов в ближней зоне в беспроводных сенсорных сетях.

2 Анализ литературных источников по рассматриваемой проблеме

В публикациях по указанной тематике, рассматриваются разные подходы и методики, позволяющие проводить требуемые оценки. Среди публикаций можно отметить разработку моделей, основанных на разных электродинамических методах обработки характеристик рассеяния объектов, имеющих сложную форму, например, [6-8], так как исследования показывают, что чем больше факторов, связанных с формированием рассеянных полей, мы сможем внести в модель, тем больше появляется возможностей для учета и исследования тонких эффектов. Есть работы, в которых рассматриваются статистические параметры флуктуаций излучения источников разных видов [9]. Можно познакомиться с особенностями математических моделей, дающих описание амплитудного, углового и дальномерного шумов объектов вблизи границ раздела сред [10].

Есть трудности в работе систем управления объектами также связанные с тем, что в состав объектов могут входить компоненты, имеющие нелинейные передаточные характеристики. То есть, существует практическая необходимость в определении параметров нестационарных процессов на входе антенны, которая располагается в ближней зоне объекта со сложной формой.

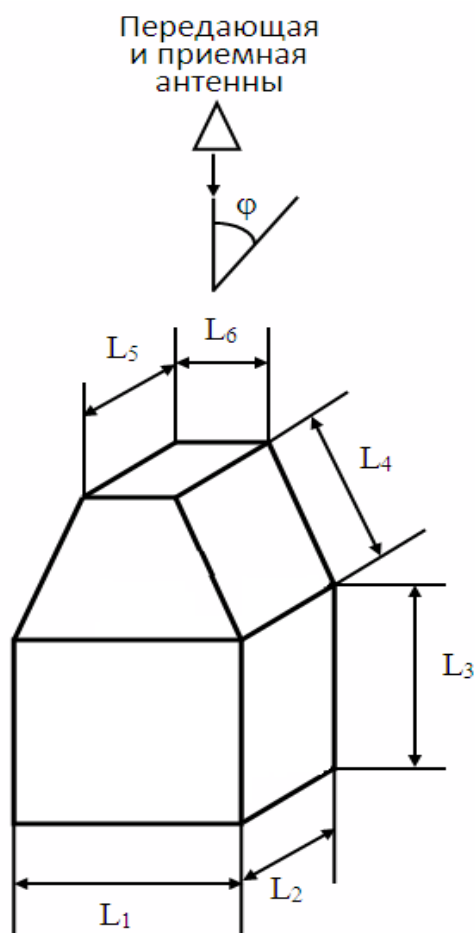
Для того, чтобы решить задачу, требуется провести расчет электромагнитного поля рассеянного объектом. Решения на основе аналитического представления могут быть получены лишь для очень ограниченной совокупности объектов, например [11-13]. Но с использованием численных методов решения класс анализируемых объектов можно существенно расширить, в том числе и при реализации вычислений на современных персональных компьютерах. Это дает возможности для полной замены физического эксперимента расчетами, что определяет весомые преимущества, так как результаты для любой заданной точности могут быть получены намного быстрее и дешевле [14-17].

3 Методика

Объект сложной формы может быть представлен в виде совокупности facets [18], которые являются элементами, имеющими одинаковую форму. На основе того, что проводится численное интегрирование плотностей поверхностных токов, которые наведены падающей электромагнитной волной, проводится вычисление полей, отраженных от каждого из facets, и они суммируются.

Для ускорения вычислений следует применять методики, на основе которых интегрируются быстроосциллирующие функции. После проведения расчетов получают амплитудные и фазовые диаграммы полей рассеяния для заданного сектора углов. Указанный способ расчета характеризуется рядом важных достоинств, среди которых можно указать: нет больших ограничений по тому, какая геометрия объекта и как она изменяется, получение точного учета по фазовым соотношениям полей, которые рассеиваются фацетами, возможности для того, чтобы учесть переотражения между компонентами объекта.

На рис. 1 приведен пример исследуемого объекта. Рассматривался случай, когда передающая и приемная антенна совпадали (моностатическая локация), угол отсчитывался от вертикального направления. Частота падающей волны была 10 ГГц (длина волны – 3 см).



$$L_1=10\lambda, L_2=8\lambda, L_3=12\lambda, L_4=7\lambda, L_5=6\lambda, L_6=3\lambda.$$

Рисунок 1: Пример анализируемого объекта

Алгоритм расчета характеристик рассеяния идеально проводящей дифракционной структуры, базирующийся на методе интегральных уравнений, имеет следующие основные этапы:

1. Записывается интегральное уравнение Фредгольма второго рода для электрического тока $J_S(r)$ с учетом граничных условий на поверхности идеально проводящей дифракционной структуры.
2. С целью определения неизвестных поверхностных электрических токов $J_S(r)$ на поверхности рассматриваемой структуры интегральное уравнение решается методом моментов с кусочно-постоянными базисными функциями и пробными функциями - δ - функциями Дирака.

В результате этого интегральное уравнение дискретизируется и приводится к системе линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{bmatrix} U_{xx} & U_{xy} & U_{xz} \\ U_{yx} & U_{yy} & U_{yz} \\ U_{zx} & U_{zy} & U_{zz} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} J_x \\ J_y \\ J_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_x \\ R_y \\ R_z \end{bmatrix} \quad (1)$$

где J_x, J_y, J_z - компоненты плотности поверхностного электрического тока.

В приведенной выше системе уравнений блоки в матрице U вычисляются следующим образом:

$$\begin{aligned} (U_{xx})_{mn} &= \frac{1}{2\pi_S} \int ((n_y)_m (\text{grad}'_y)_{mn} + (n_z)_m (\text{grad}'_z)_{mn}) ds'_n - \delta_{mn}; \\ (U_{xy})_{mn} &= -\frac{1}{2\pi_S} \int (n_y)_m (\text{grad}'_x)_{mn} ds'_n; \quad (U_{xz})_{mn} = -\frac{1}{2\pi_S} \int (n_z)_m (\text{grad}'_x)_{mn} ds'_n; \\ (U_{yx})_{mn} &= -\frac{1}{2\pi_S} \int (n_x)_m (\text{grad}'_y)_{mn} ds'_n; \quad (U_{yz})_{mn} = -\frac{1}{2\pi_S} \int (n_z)_m (\text{grad}'_y)_{mn} ds'_n; \\ (U_{yy})_{mn} &= \frac{1}{2\pi_S} \int ((n_x)_m (\text{grad}'_x)_{mn} + (n_z)_m (\text{grad}'_z)_{mn}) ds'_n - \delta_{mn}; \quad (2) \\ (U_{zx})_{mn} &= -\frac{1}{2\pi_S} \int (n_x)_m (\text{grad}'_z)_{mn} ds'_n; \quad (U_{zy})_{mn} = -\frac{1}{2\pi_S} \int (n_y)_m (\text{grad}'_z)_{mn} ds'_n; \\ (U_{zz})_{mn} &= \frac{1}{2\pi_S} \int ((n_x)_m (\text{grad}'_x)_{mn} + (n_y)_m (\text{grad}'_y)_{mn}) ds'_n - \delta_{mn}, \end{aligned}$$

где $m, n = 1, \dots, N$, где N – число точек дискретизации поверхности дифракционной структуры.

Здесь δ_{mn} – символ Кронекера,

$$\text{grad } G_{mn} = -\hat{r}_{mn} \frac{1 + jkr}{r_{mn}} \exp(-jkr_{mn}) =$$

$$\mathbf{i}(\text{grad}_x)_{mn} + \mathbf{j}(\text{grad}_y)_{mn} + \mathbf{k}(\text{grad}_z)_{mn}, \quad (3)$$

где $\hat{r}_{mn} = \frac{\mathbf{r}_{mn}}{|\mathbf{r}_{mn}|}$ – единичный вектор, направленный из точки источника в точку наблюдения.

3. После решения приведенной системы уравнений (1) вычисляется рассеянное электромагнитное поле, связанное с найденным электрическим током $\mathbf{J}_s(\mathbf{r})$.

4 Анализ результатов

Рассмотрим некоторые результаты расчетов, которые были проведены на основе указанной методики. На рис. 2 изображены амплитудные диаграммы рассеянного поля указанного объекта для совмещенного приема при разных расстояниях до него.

В ближней зоне объекта, когда проводится интегрирование полей, которые рассеиваются фацетами, различия в их амплитудах довольно незначительны, при расчетах требуется учитывать сдвиг фазы.

То, что у векторов \mathbf{E} - и \mathbf{H} - в рассеянном поле помимо поперечной, есть и продольная компонента, определяет более сложную структуру поля в ближней зоне, чем в дальней зоне. Зависимость от r не похожа на ту, которая есть в сферической волне $\exp(-jkr)/r$. Так же, от r есть зависимость и углового распределения амплитуд поля.

Анализ рис. 2 демонстрирует, что когда мы переходим из дальней зоны в ближнюю, то происходит сдвиг пиковых значений по амплитудам (на 4-5%) и расширяется главный лепесток вторичного излучения. Когда уменьшается расстояние r , то наблюдаем раздваивание главного лепестка углового распределения амплитуд поля происходит его частичное сливание с боковыми лепестками.

На рис. 3 дана зависимость амплитуды рассеянного поля от расстояния для объекта, имеющего максимальный размер 30λ . Также дана зависимость для амплитуды поля, рассеянного идеально проводящей пластиной с размером 30λ . Анализ графических зависимостей демонстрирует, что помимо монотонного спада поля существуют осциллирующие затухающие колебания. Такую осцилляцию амплитуд для ближней зоны можно объяснить тем, что есть интерференция волн, которые идут в точку наблюдения от разных зон Френеля на поверхности объекта, значение частоты таких осцилляций будет больше, чем меньше расстояние между точкой наблюдения и поверхностью. Для объектов, имеющих сложную форму поверхности, указанная картина зависимости амплитуды поля от расстояния является обычной, но идет изменение среднего значения амплитуды в зависимости от того, какой ракурс движения к объекту.

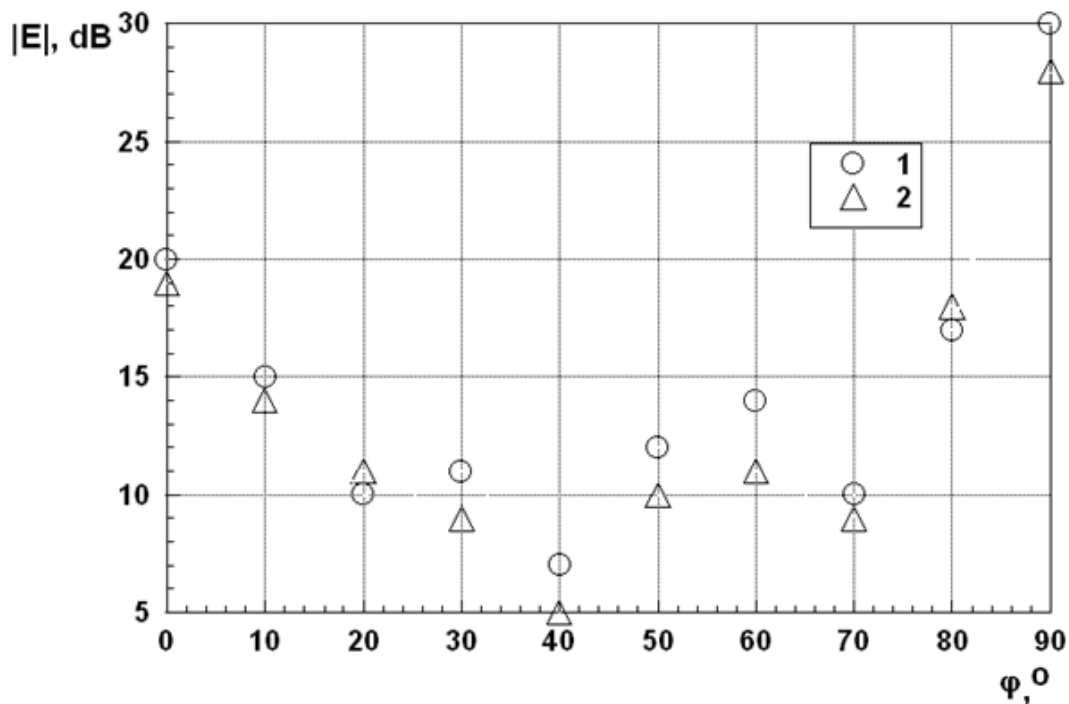


Рисунок 2: Зависимость относительной амплитуды поля от угла:

1 – для ближней зоны,

2 – для дальней зоны.

Мы будем считать, что антенна перемещается вокруг объекта случайным образом, поэтому для того, чтобы решить задачу, требуется найти усредненные по всем углам наблюдения характеристики рассеянного поля. Пусть антенна движется по прямой линии к анализируемому объекту с постоянным значением радиальной скорости V . Значение величины r позволяет определить сечение случайного процесса по входу приемной антенны для момента времени t . Проведя расчет параметров закона распределения случайной величины от сечения к сечению, мы можем сделать вывод о том, каким образом изменяется процесс во времени.

Параметры закона распределения выбранной случайной величины могут быть найдены на основе накопления определенного объема экспериментальных данных и в дальнейшем мы их обрабатываем в рамках методов математической статистики.

Проведено построение гистограмм распределений амплитуд и фаз рассеянного поля. Например, на рис. 4 приведены гистограммы, которые сформированы на основе данных расчетов в ближней зоне объекта.

Было проведено разбиение всего диапазона изменения значений случайных величин на количество интервалов $n=200$. Амплитуды и фазы откладываются по оси абсцисс, относительные частоты того, что попадаем в интервалы: – по амплитудам и – фазам, соответственно по оси ординат. Решаем задачу выравнивания статистических рядов. То есть требуется определить такую гладкую функцию, на основе которой мы можем наилучшим образом сделать описание данного статистического распределения.

Задача, связанная с выравниванием статистического ряда будет представлена как задача, связанная с тем, чтобы определить такие значения параметров, для которых будет наилучшее соответствие среди статистических и теоретических распределений. После проведения анализа рис. 4 мы определяем, что распределение мгновенных значений амплитуд рассеянного поля объектом описывается законом Рэлея.

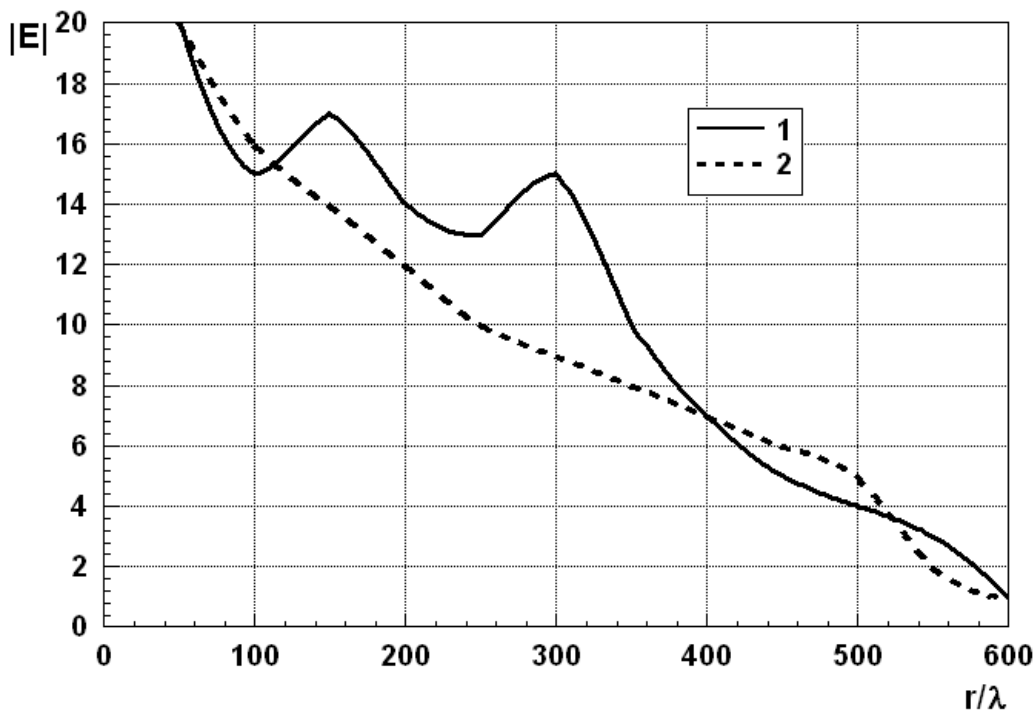
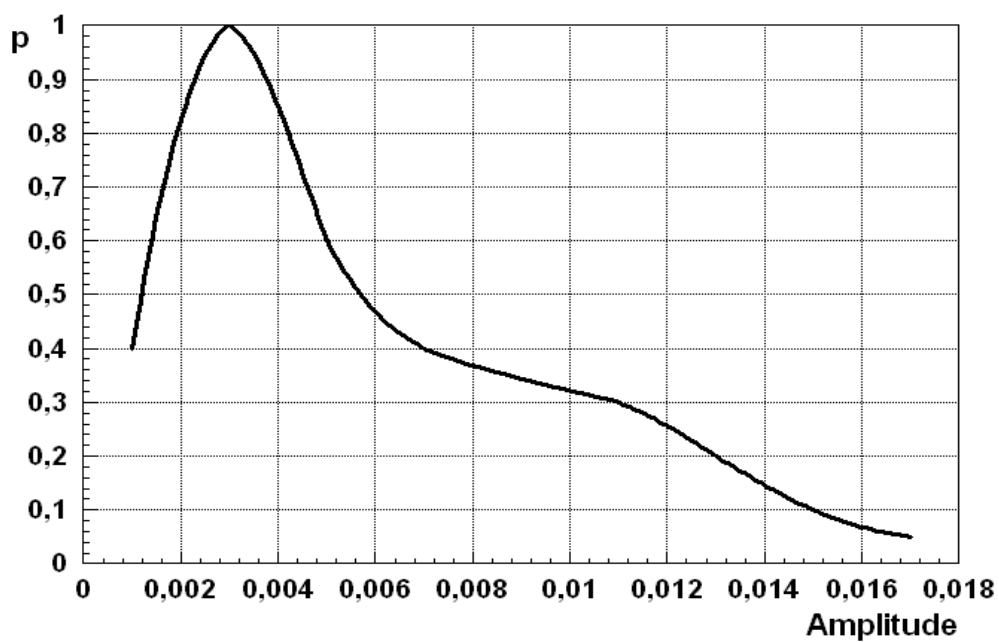


Рисунок 3: Зависимость амплитуды рассеянного поля от расстояния до объекта: 1 – объект, 2 – пластина.

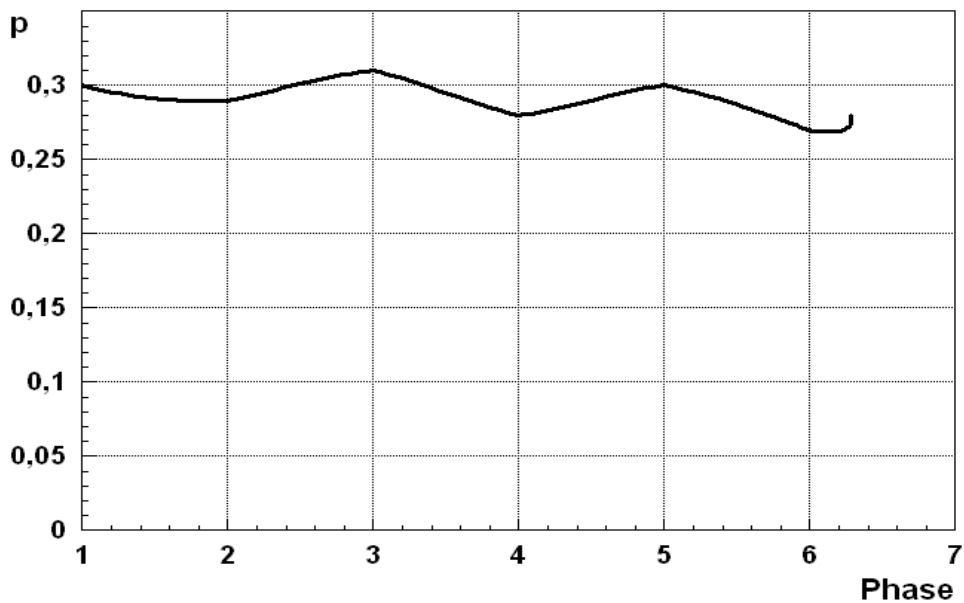
Параметр этого распределения определяем на основе численного метода (в нашем примере 0,00156).

Если рассматривать распределение мгновенных значений фаз рассеянного поля, то форма гистограммы близка по форме к гистограмме равномерного закона. Значение относительных частот попадания значений фаз в выбранные интервалы приблизительно равно 0,235. Это говорит о том, что число элементов в выборке является достаточным для того, чтобы считать, что она состоятельна.

Проведенный анализ результатов дает возможность утверждать то, что закономерности распределения значений по амплитудам и фазам рассеянного поля, относящимся к дальней и ближней зонам будет одинаковым.



a)



б)

Рисунок 4: Гистограммы распределений амплитуд (а) и фаз (б) сложного объекта

Кроме того, по мере уменьшения расстояния до объекта идет увеличение среднеквадратического отклонения (СКО) значений мгновенных амплитуд. Это можно объяснить тем, что возрастает влияние кривизны поверхности объекта на механизм формирования рассеянного поля. Функцией регрессии, которая приближает множество исходных точек при наименьшей среднеквадратичной погрешности, будет прямая линия, уравнение ее параметром является угловой размер объекта.

Значение коэффициента корреляции среди точек полученной зависимости и регрессионной прямой будет равен 0,951. В результате, было установлено, что существует линейная зависимость СКО значений амплитуд поля от углового размера поля как для дальней, так и для ближней зоны.

■ Выводы

Появление флуктуаций интенсивности поля мгновенного центра отражения, когда происходит сближение антенны и объекта в беспроводных сенсорных системах связи, связано с двумя причинами: антенна движется через неоднородную структуру рассеянного поля и объект может тоже двигаться. Проводя анализ величины дисперсии (СКО) сигнала, есть возможности определения закономерностей распределений мгновенных значений амплитуд и фаз рассеянных полей в ближней зоне объекта, что позволяет уточнить его координаты.

Анализ результатов дает возможность утверждать, что закономерности распределения значений по амплитудам и фазам рассеянного поля, относящиеся к дальней и ближней зонам, будет одинаковым. Функцией регрессии, которая приближает множество исходных точек при наименьшей среднеквадратичной погрешности, будет прямая линия, ее параметром является угловой размер объекта, координаты которого определяются. Результаты работы будут полезны для повышения точности определения координат объектов в беспроводных сенсорных сетях.

■ Литература

- [1] NEWELL A.C., GREGSON S.F. 2014. Estimating the Effect of Higher Order Azi-muthal Modes in Spherical Near-Field Probe Correction. In: The 8th European Confer-ence on Antennas and Propagation (EuCAP 2014), 6-11 April 2014.
- [2] NEWELL A.C., GREGSON S.F. 2013. Estimating the Effect of Higher Order Modes in Spherical Near-Field Probe Correction. In: Antenna Measurement Techniques Associ-ation (AMTA) 35th Annual Meeting & Symposium, Colum-bus, Ohio, 2013, October 6-11.
- [3] HANSON J.E 1988. Spherical Near-Field Antenna Measurements. In: IEEE Electro-magnetic Waves Series 26, 1988, Peter Peregrinus Ltd, London, UK, ISBN 0 86341 110 X, pp. 149.

-
- [4] WEDGE, S.W. and RUTLEDGE, D.B. 1992. Wave techniques for noise modeling and measurement. In: IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 40, 1992, no. 11, pp. 2004-2012.
- [5] AN, H., NAUWELAERS, B., VAN DE CAPELLE, A. 1993. Measurement technique for active microstrip antennas. In: Electronic Letters, Vol. 29, 1993, No. 18, pp. 1646 - 1647.
- [6] МИЛОШЕНКО, О.В. 2012. Методы оценки характеристик распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи. In: Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 60-62.
- [7] МИШИН Я.А. 2013. О системах автоматизированного проектирования в беспроводных сетях. In: Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 153-156.
- [8] ГОЛОВИНОВ С.О., ХРОМЫХ А.А. 2012. Проблемы управления системами мобильной связи. In: Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 13-14.
- [9] SCHMIDT R.O. 1986. Multiple Emitter Location and Signal Parameter Estimation. In: IEEE Trans. On Antennas and Propagation, vol. AP-34, 1986, no. 3, pp. 276-280.
- [10] WALLS F.L. 1993. Reducing errors, complexity, and measurement time for PM noise measurements. In: Proc. 1993 Frequency Control Symp., 1993, pp.81-86.
- [11] ISKANDER M.F. and YUN Z. 2002. Propagation prediction models for wireless communication systems. In: IEEE Trans. Microw. Theory Techniques, vol. 50, 2002, № 3, pp.662-673.
- [12] LEE S.W., DESCHAMPS G.A. 1976. A uniform asymptotic theory of electromagnetic diffraction by a curved wedge. In: IEEE Trans. Antennas Propagat., Vol. AP-24, 1976, pp.25-34.
- [13] KNOTT E.F., SENIOR T.B.A., USLENGHI P.L.E. 1971. High frequency backscattering from a metallic disk. In: Proc. Inst. Elec. Eng., Vol. 118, 1971, No. 12, pp.1736-1742.
- [14] ПРЕОБРАЗHENSKIY A.P. 2005. Estimation of possibilities of combined procedure for calculation of scattering cross section of two-dimensional perfectly conductive cavities. In: Telecommunications and Radio Engineering. 2005. T. 63. № 3. С. 269-274.
- [15] LVOVICH I.Y., LVOVICH Y.E., ПРЕОБРАЗHENSKIY A.P., ЧОПОРОВ О.Н. 2016. Optimization of electromagnetic scattering characteristics on the objects of complex shape based on the "ant" algorithm. In: Research Journal of Pharmaceutical, Bio-logical and Chemical Sciences. 2016. T. 7. № 5. С. 990-998.
- [16] ПРЕОБРАЗHENSKIY A.П., ЧОПОРОВ О.Н. 2017. Оптимизация характеристик сигналов, рассеянных сложным объектом, на основе комбинированного алгоритма. In: International Journal of Advanced Studies. 2017. T. 7. № 1-2. С. 55-59.

- [17] ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ А.П., ЧОПОРОВ О.Н. 2017. Ускорение вычислений электродинамических характеристик составного объекта. In: International Journal of Advanced Studies. 2017. Т. 7. № 1-2. С. 65-69.
- [18] PAPA R.J., LENNON J.L., TAYLOR R.L. 1986. The variation of bistatic rough sur-face scattering cross section for a physical optics model. In: IEEE Trans. Antennas Propag. AP-34, 1986, pp.1229-1236.
-

Andrey Preobrazhenskiy

Doctor of Sciences (Engineering), Associate Professor,
Voronezh Institute of High Technologies
e-mail: app@vibt.ru

Prof. Yakov Lvovich

Doctor of Sciences (Engineering), Professor,
Voronezh Institute of High Technologies
e-mail: ya-e-lvovich@vibt.ru

Juraj Štefanovič

Doctor of Sciences (Engineering),
Pan-European University, Bratislava, Slovakia
e-mail: juraj.stefanovic@paneurouni.com



The technique of calculation of scattering characteristics of objects in the given range of wave lengths

Методика расчета характеристик рассеяния объектов в диапазоне длин волн

Igor Lvovich, Vera Kostrova

Abstract:

One of the important problems when designing the scattering properties of the objects, techniques, and electromagnetic compatibility is an experimental study of the radar characteristics in the given range of wave lengths. In the paper the technique was given of calculation of radar characters for objects in the range of wavelengths on the basis of experimental data of scattering features of object is researched. We consider the case of linear scattering of electro-magnetic waves. The examples was given for the case of E-polarization of incident plane wave. We calculated the scattering properties of two-dimensional cavity with a certain aperture size (which represents an anisotropic object) and two two-dimensional cylinders, considered as isotropic objects, which are located at a certain distance. It was shown that the bandwidth in which we can calculate radar characteristics is increases proportionally with the increase of radius of the cylinder, that is, the larger the radius of the cylinder, the wider the wavelength range in which it is possible to predict its radar characteristics. For the perfectly conducting cavity it was shown that the possible wavelength range forecasting in bistatic case is much wider than in the monostatic case. We can meet some restrictions on the quantity in the measuring tools of frequency channels and the number of selected values of working hours that at which the radar measurement is made. Therefore, the actual problem of calculating radar within the range of wavelengths on the results of experimental studies of the scattering properties of these objects on the same wavelength belonging to the interval must be solved.

Keywords:

Elelectromagnetic wave, radar characteristics, cylinder, cavity.

ACM Computing Classification System:

Computation by abstract devices, Models of Computation, Simulation and modeling, Model Validation and Analysis, Model Development

Аннотация:

Одной из важных проблем при проектировании объектов в системах связи, методов и электромагнитной совместимости является экспериментальное исследование радиолокационных характеристик в заданном диапазоне длин волн. На практике мы можем встретиться с некоторыми ограничениями по измерительным возможностям, частотным каналам и требуемому времени для измерений. Таким образом, актуальной является задача расчета характеристик в диапазоне длин волн по результатам экспериментальных исследований рассеивающих свойств этих объектов на одной волне, принадлежащих заданному интервалу. В статье разработана методика расчета радиолокационных характеристик в диапазоне длин волн для объектов на основе экспериментальных данных о функции рассеяния объекта исследования. Мы рассмотрели случай линейного рассеяния электромагнитных волн для E-поляризации в плоскости падающей волны. Был проведен расчет рассеивающих характеристик двумерной полости с определенным размером апертуры (которая представляет собой неизоотропный объект) и двух двумерных цилиндров, рассматриваемых, как изотропные объекты, которые расположены на определенном расстоянии. Показано, что ширина полосы длин волн, в которой мы можем вычислить характеристики рассеяния, увеличивается пропорционально увеличению радиуса цилиндра (изотропного объекта), то есть, чем больше радиус цилиндра, тем шире диапазон длин волн, в котором можно прогнозировать его радиолокационные характеристики. Для идеально проводящей полости, как неизоотропного объекта, показано, что возможности прогнозирования в случае бистатического случая гораздо шире, чем в случае моностатического.

Ключевые слова:

электромагнитная волна, характеристики рассеяния, цилиндр, полость.

Введение

Одной из важных задач создания систем связи, а также обеспечения электромагнитной совместимости является экспериментальное исследование радиолокационных характеристик (РЛХ) объектов в диапазоне длин волн. Наряду с разработкой широкодиапазонных измерительных средств, использующих сверхширокополосные сигналы, созданы и создаются новые измерительные средства: многоканальные по частоте и с перестройкой рабочей частоты, обладающие рядом достоинств [1]. Существуют ограничения на количество реализуемых в измерительных средствах частотных каналов и количество выбранных значений рабочих частот,

на которых проводится измерение РЛХ объектов. Поэтому актуальна задача прогнозирования РЛХ объектов в диапазоне длин волн $[\lambda_1, \lambda_2]$ по результатам экспериментальных исследований рассеивающих свойств этих объектов на одной длине волны λ_0 , принадлежащей интервалу $[\lambda_1, \lambda_2]$. В известных работах рассматривались составные части [2,3] и частные случаи решения этой задачи [5]. Представляет интерес исследование возможности прогнозирования РЛХ объектов для случая, когда используются данные о рассеивающих свойствах объекта, известных для нескольких значений размеров объекта.

Целью работы является разработка методики прогнозирования РЛХ изотропных и неизотропных объектов в системах связи для диапазона длин волн на основе экспериментально полученных исходных данных о рассеивающих свойствах этих объектов, имеющих различные размеры, в поле монохроматической волны.

1 Методика

Ограничимся случаем линейного процесса рассеяния электромагнитных волн. Также будем считать, что исследуемая РЛХ отражения объекта линейно связывает параметры облучающего и рассеянного полей [1, 2].

Запишем соотношение, связывающее линейно комплексные амплитуды напряженностей рассеянного $E_s(r)$ и облучающего $E_i(r)$ на поверхности объекта S вида [1, 2]:

$$E_s(\lambda, r) = \int_S G(\lambda_0, r, r_1) E_i(\lambda, r_1) dr_1, \quad (1)$$

где $\lambda, \lambda_0 \in [\lambda_1, \lambda_2]$, $G(\lambda_0, r, r_1)$ – пространственная импульсная переходная функция объекта (РЛХ) на длине волны λ_0 , которая в соответствии с принятыми допущениями предполагается неизменной в диапазоне длин волн $[\lambda_1, \lambda_2]$.

Если РЛХ объекта $G(\lambda_0, r, r_1)$ известна, то соотношение (1) позволяет по заданному на поверхности облучающему полю $E_i(\lambda, r)$ рассчитывать рассеянное поле $E_s(\lambda, r)$ на поверхности объекта и далее с использованием известных методов [3] рассчитывать распределение рассеянного объектом поля в пространстве в диапазоне длин волн $[\lambda_1, \lambda_2]$. Поскольку теоретически рассчитать $G(\lambda_0, r, r_1)$ для реальных объектов сложной формы и неоднородных радиофизических свойств не представляется возможным, следует применять для ее определения экспериментальные методы [4]. В этом случае соотношение (1), по существу, описывает модель, которая на основе экспериментально полученных исходных данных о РЛХ объекта $G(\lambda_0, r, r_1)$ на длине волны λ_0 обеспечивает приближенное прогнозирование распределения рассеянного объектом поля в диапазоне длин волн.

В качестве одной из моделей РЛХ $G(\lambda_0, r, r_1)$ можно рассматривать следующую [5]:

$$G(\lambda_0, r, r_1) = G(\lambda_0, r) \delta(r - r_1). \quad (2)$$

При проверке модели для прогноза РЛХ был выбран диапазон длин волн $[\lambda_1, \lambda_2]$ относительно некоторой “опорной” длины волны λ_0 , на которой рассчитывается функция G в виде (2), где считалось, что $\lambda_1 = \lambda_0$, $\lambda_2 = K_m \cdot \lambda_0$, где значение K_m определялось в задаче таким образом, чтобы была возможность прогнозирования РЛХ на всем интервале длин волн $[\lambda_1, \lambda_2]$. Для выбранных значений $\lambda_i \in [\lambda_1, \lambda_2]$ были рассчитаны диаграммы рассеяния для условий наблюдения в дальней зоне. Аналогичные характеристики были спрогнозированы с использованием вышеизложенной модели и выбранного представления переходной функции. Разница между рассчитанной и прогнозируемой характеристикой не должна была превышать 3 дБ. Прогнозирование проводилось для углов наблюдения $\theta \in [0^\circ, \theta_{\max}]$, где угол θ_{\max} задавался нами.

Выше мы имели представление G в виде δ -функции для объекта с характерным размером L . Представляет интерес рассмотреть представление функции G , которая известна на определенном интервале $G \in [G - \Delta G, G + \Delta G]$. Будем считать, что известно значение функции G для трех значений размеров объекта: $L, L - \Delta L, L + \Delta L$, где $\Delta L = \alpha L$, где $\alpha \in [0; 1]$. Функция G , согласно определению, вычисляется следующим образом: $G = G_L = E_{\text{рас}} / E_{\text{пад}}$, где $E_{\text{рас}}$ – рассеянное поле, $E_{\text{пад}}$ – падающее поле. Будем вычислять функцию G с учетом того, что известно ее значение для нескольких значений размера L объекта таким образом:

$$G = G_L \cdot \frac{1}{K_p} \cdot \frac{E_{\text{пад}}^\lambda}{E_{\text{пад}}^{\lambda_0}}, \quad (3)$$

где $E_{\text{пад}}^\lambda$ – падающая волна на длине волны λ , $E_{\text{пад}}^{\lambda_0}$ – падающая волна на длине волны λ_0 , G_L вычисляется на длине волны λ_0 , K_p – коэффициент. Коэффициент K_p подбирается нами для достижения лучших результатов прогнозирования. Для размера объекта L коэффициент K_p выбирается равным 1.

Рассеянное поле вычисляется как среднее арифметическое рассеянных полей, вычисленных для объекта с размерами $L - \Delta L, L, L + \Delta L$: $E_{\text{рас}} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 E_{\text{рас}}^i$, где $E_{\text{рас}}^1 = G \cdot E_{\text{пад}}$ – для объекта с размером $L - \Delta L$, $E_{\text{рас}}^2 = G \cdot E_{\text{пад}}$ – для объекта с размером L , $E_{\text{рас}}^3 = G \cdot E_{\text{пад}}$ – для объекта с размером $L + \Delta L$. Это поле используется для прогнозирования характеристик рассеяния объекта с размером L .

2 Анализ результатов

С целью определения работоспособности методики рассмотрим задачу прогнозирования эффективной поверхности рассеяния (ЭПР) круглого идеально проводящего двумерного цилиндра радиуса R (Рис. 1). Расчет точных значений характеристик рассеяния для двумерного цилиндра был проведен путем решения

интегрального уравнения второго рода, записанного относительно плотности поверхностного тока [6] для случая E-поляризации падающей электромагнитной волны.

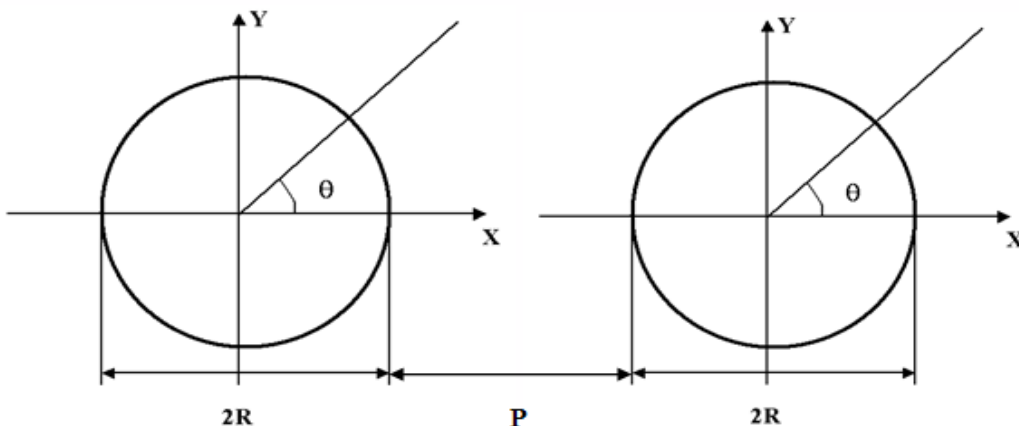


Рисунок 1: Схема рассеяния электромагнитных волн на цилиндрах с радиусом R , находящихся на расстоянии P .

На рис.2 представлены результаты расчета коэффициента K_m в зависимости от размера радиуса R идеально проводящего двумерного цилиндра при значении расстояния $P=3\lambda$ (расчет на основе подхода (1)-(2)) при прогнозировании бистатической ЭПР. Кривые 1, 2, 3 соответствуют случаю $\theta_{\max}=10^\circ$, $\theta_{\max}=45^\circ$ и $\theta_{\max}=90^\circ$. Видно, что K_m растет пропорционально с ростом радиуса R , то есть, чем больше радиус цилиндра, тем шире диапазон длин волн, в котором возможно прогнозирование его радиолокационных характеристик.

Проверка работоспособности методики проводилась также для рассеивателя в виде двумерной полости с размером апертуры a и длиной L (Рис. 3). Известно [7], что полости входят в состав многих объектов, поэтому представляет интерес прогнозирование их РЛХ. Зная двумерную ЭПР двумерной полости можно определить трехмерную ЭПР полости прямоугольного поперечного сечения [8]. Расчет точных значений характеристик рассеяния для двумерной модели полости был проведен путем решения интегрального уравнения второго рода, записанного относительно плотности поверхностного тока [9] для случая E-поляризации падающей электромагнитной волны.

В качестве примера расчеты проводились для случая равенства размеров апертуры и длины полости $a=L$.

На рис. 4 приведены результаты расчетов K_m в зависимости от размера апертуры a идеально проводящей полости (расчет на основе подхода (1)-(2)) при прогнозировании моностатической ЭПР. Кривые 1, 2, 3 соответствуют случаю $\theta_{\max}=10^\circ$, $\theta_{\max}=20^\circ$ и $\theta_{\max}=30^\circ$. Несмотря на то, что полость является существенно неизотропным рассеивателем, видно, что возможно прогнозирование РЛХ в резонансной области для достаточно большого диапазона длин волн.

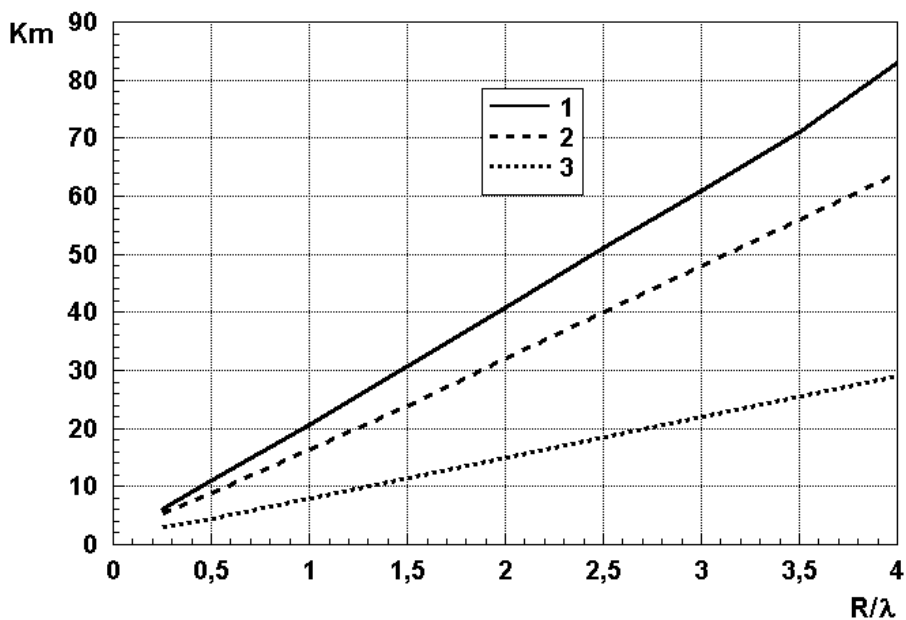


Рисунок 2: Результаты прогнозирования коэффициента K_m в зависимости от радиуса цилиндра R

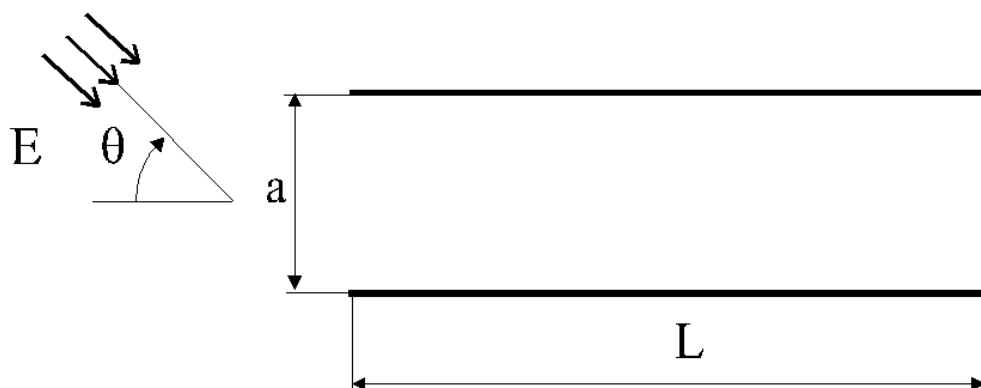


Рисунок 3: Схема рассеяния электромагнитных волн на полости с размером апертуры a и длиной L

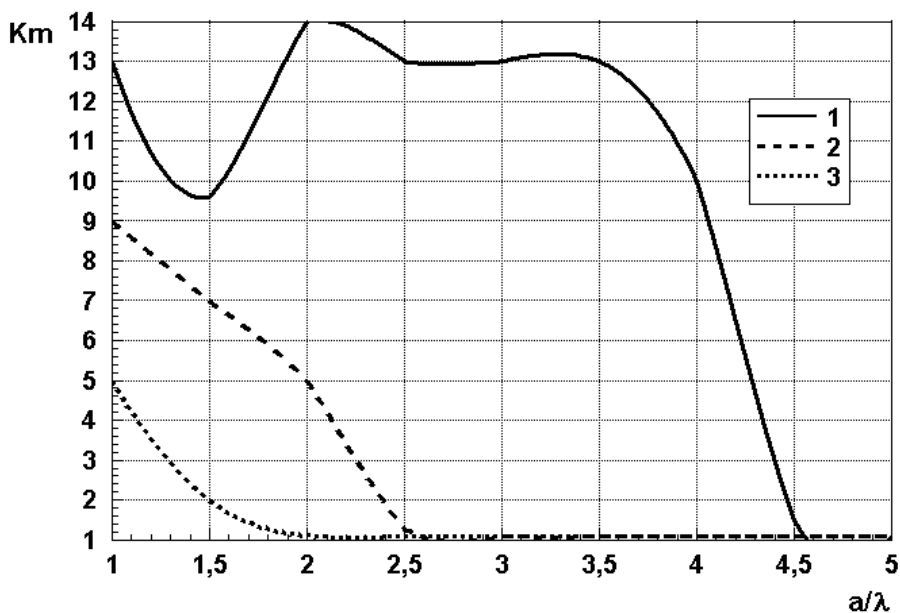


Рисунок 4: Результаты прогнозирования коэффициента K_m в зависимости от размера апертуры полости a для моностатического случая

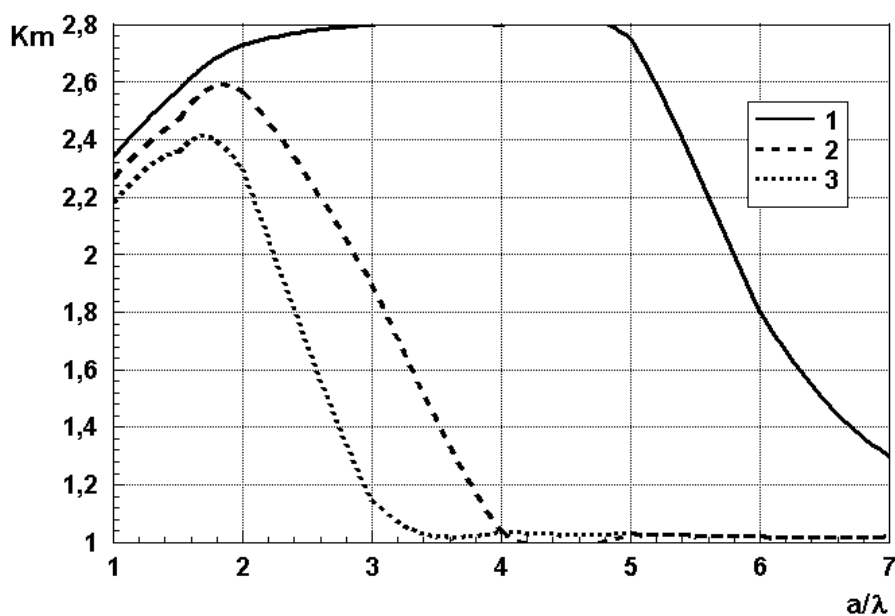


Рисунок 5: Результаты прогнозирования коэффициента K_m в зависимости от размера апертуры полости a для бистатического случая.

На рис. 5 приведены результаты расчетов K_m в зависимости от размера апертуры a идеально проводящей полости (расчет на основе подхода (1)-(2)) при прогнозировании бистатической ЭПР. Кривые 1, 2, 3 соответствуют случаю $\theta_{\max}=10^\circ$, $\theta_{\max}=20^\circ$ и $\theta_{\max}=30^\circ$. Видно, что возможный диапазон длин волн прогнозирования значительно шире, чем в моностатическом случае.

На рис.6 приведены результаты расчета K_m в зависимости от коэффициента K_p для различных радиусов R цилиндра (кривые 1, 2, 3, 4 – $R=1\lambda_0$, $R=2\lambda_0$, $R=3\lambda_0$, $R=4\lambda_0$, соответственно), полученные на основе подхода (1)-(3) при прогнозировании бистатической ЭПР. Коэффициент α принимал значения $\alpha \in [0;1]$. Из рис.6 видно, что с увеличением радиуса цилиндра R ширина диапазона длин волн, для которого возможно прогнозирование, увеличивается. Однако ширина этого диапазона гораздо больше по сравнению с результатами, полученными на основании подхода (1)-(2).

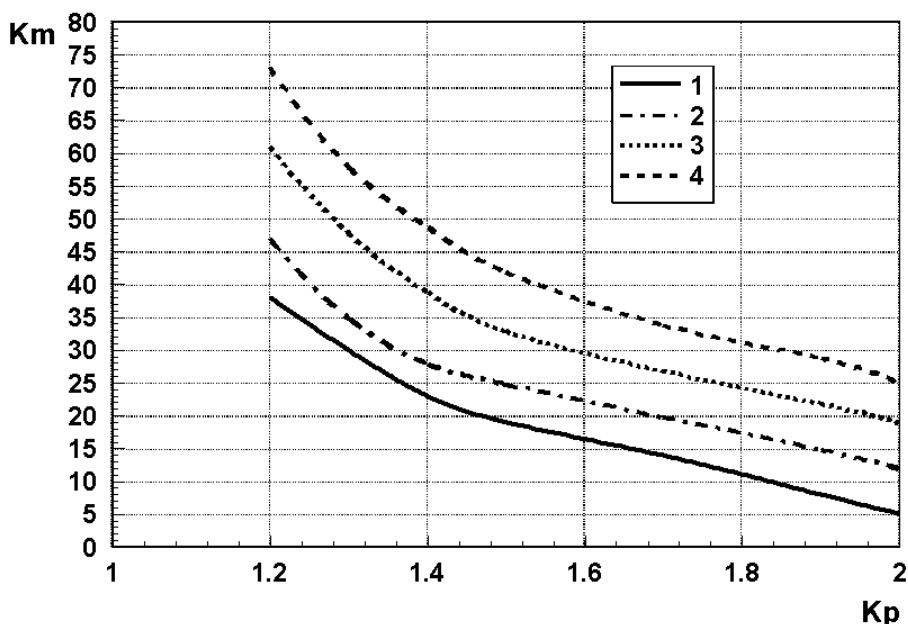


Рисунок 6: Результаты расчета K_m в зависимости от коэффициента K_p для различных радиусов цилиндра.

Выводы

Таким образом, в результате математического моделирования на основе разработанной методики показана и исследована возможность прогнозирования характеристик рассеяния идеально проводящих изотропных и неизотропных объектов в системах связи, имеющих разные размеры, в диапазоне длин волн. Дальнейшие исследования могут быть направлены на совершенствование данной методики с целью расширения диапазона прогнозирования.

▲ Литература

- [1] Radar characteristics of aircraft / ed. by L. T. Tuchkov. - M.: Radio and communication, 1985. - 235 p.
- [2] Astanin L. Yu., Kostylev A. A. Fundamentals of ultra-wideband radar measurements. - M.: Radio and communication, 1989. - 190 p.
- [3] Zverev V. A. Radiooptical. - M.: Soviet radio, 1975. - 304 p.
- [4] Lvovich I., Preobrazhensky A., Choporov O. The development of cad of information systems and software for diffractive structures / Information Technology Applications. 2016. № 1. С. 107-116.
- [5] Lvovich Ya., Preobrazhensky A., Choporov O. Modeling of scattering of electromagnetic waves on the base of multialternative optimization / Information Technology Applications. 2016. № 1. С. 117-125.
- [6] Hanson J.E Spherical Near-Field Antenna Measurements / IEE Electromagnetic Waves Series 26, 1988, Peter Peregrinus Ltd, London, UK, ISBN 0 86341 110 X, pp. 149.
- [7] Golovinov S.O., Preobrazhenskii A.P., Lvovich I.Y. Modeling the millimeter wave propagation in urbanized areas based on a combined algorithm // Telecommunications and Radio Engineering. 2013. Т. 72. № 2. С. 139-145.
- [8] Preobrazhenskiy A.P. Estimation of possibilities of combined procedure for calculation of scattering cross section of two-dimensional perfectly conductive cavities // Telecommunications and Radio Engineering. 2005. Т. 63. № 3. С. 269-274.
- [9] Lvovich I.Y., Lvovich Y.E., Preobrazhenskiy A.P., Choporov O.N. Optimization of electromagnetic scattering characteristics on the objects of complex shape based on the "ant" algorithm // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Т. 7. № 5. С. 990-998.

Prof. Igor Lvovich

Doctor of Sciences (Engineering), Professor,
Voronezh Institute of High Technologies
E-mail: i_lvovich@mail.ru

Prof. Vera Kostrova

Doctor of Sciences (Engineering), Professor,
Voronezh Institute of High Technologies
E-mail: vn-kostrova@vivt.ru



Information system for time measurement

Andrej Kováč

Abstract:

In this article a combined system for measuring times on different motorsport events is presented. This system aggregates two main information technology groups – hardware and software solutions. From hardware – it is Raspberry Pi, Outdoor display (output), Optical photosensors (input). From software – Application stage (Java), Database (MySQL), Webpages (PHP + HTML + JavaScript + CSS). All named parts are connected to one complex system for measuring, saving, processing and displaying data.

Keywords:

Time measuring, car races, hardware, software, display, sensors.

ACM Computing Classification System:

Sensor applications and deployments, information systems application.

Introduction

Time measuring or time keeping is a regular part of our lives. Everyone has some clock, watch, etc., because we need to manage many things, and without any time orientation it is often impossible.

From history, the sexadecimal (60) system of time measurement was founded around 2000 years BC. Then through the years there were many kinds of different time-measuring devices. For example candle clocks, sundials, hourglasses or astronomical clocks. Time measuring is closely connected to many sport events, which must be measured for best results [3].

This project is linked to the sport sphere too. Most of motorsport events have to be measured – rally, circuit racing like Formula 1, amateur time-attack racing, car slalom, autocross or hill climb racing.

Measuring time in my project contains car slalom, amateur time-attack or hill climb racing, where cars start and finish one by one and the number of cars on track is less than 10. But there is no problem to increase this or other numbers in this project if necessary. Our local system for time measuring has just few functions: max. 2 cars on track, connection with optical gates and external display, showing measured times to steward. The main aim of my project is to introduce a complex system which collects data from sensors and store it in the database, or show it as live data for stewards or race spectators. For better orientation, there are not only numbers, times and race results in the database, but names, cars, and also other driver information. For this purpose, there is a registration webpage, which can be completed by a steward or a driver prior to the race. Very important is the overall resulting, which usually varies in different races. For example - on time-attack race are 3 measured times, but only 2 best are sum-up to the result. In hill climb racing are 2 practice times summed up and separately 2 “sharp” times sum up together. The final part of the system is showing race results and live data to visitors through the webpage or external display which allows them to be part of the drama if there are some fights between the drivers, and the visitors have immediate information about times, when the cars cross the finish line.

1 Hardware components

The information system contains as well as software, hardware parts. All their technical features and functions are described below.

1.1 Raspberry Pi 3 B+

The basics of information system is a small single-board computer [1] from Raspberry Pi Foundation (Figure.1). It is the third generation of Raspberry models a with mark B+.



Figure 1. Raspberry Pi 3 B+ [2].

Main benefits are its size, power and reliability. Raspberry offers few operating systems like Raspbian (Linux), Ubuntu mate, Windows 10 IoT core, Pinet or Risc OS. The best one for this project was Raspbian, which offers GUI and many other features:

- SoC (System on a chip): Broadcom BCM2837

- CPU: 4x ARM Cortex-A53, 1.2GHz
- GPU: Broadcom VideoCore IV
- RAM: 1GB LPDDR2 (900MHz)
- Networking: 10/100 Ethernet, 2.4GHz 802.11n wireless
- Bluetooth: Bluetooth 4.1 Classic, Bluetooth Low Energy
- Storage: micro SD
- GPIO: 40 – pin header, populated
- Ports: HDMI, 3.5mm analogue audio-video jack, 4x USB 2.0, Ethernet, Camera Serial Interface (CSI), Display Serial Interface (DSI)

1.2 Optical gates

The source of input information about a car if the start or the finish line were crossed, are optical sensors. One optical gate contains a transmitter and a receiver (Figure.2).

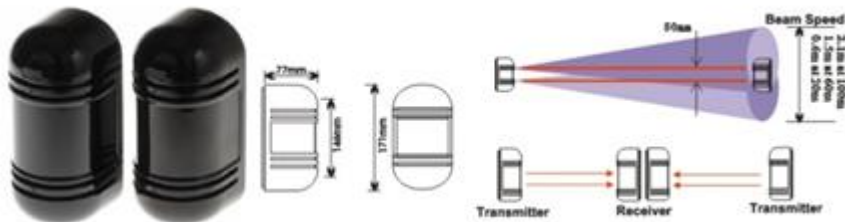


Figure 2. Optical gate – transmitter + receiver [4].

One gate is situated on the start line, the second one on the finish line, where both are placed on each side of the line/road. The transmitter transmits a beam, which is received by the receiver on the other side of the road. When the beam is crossed, the relay in the receiver connect two pins together – +5V and input pin of Raspberry Pi. For transferring data from gates to Raspberry Pi can be used cable or connection through the air. We use communication set (transmitter and receiver) from ERC SportDisplay company for wireless connection. This set is based on AUREL TX-SAW 433,92 MHz transmitter module [8]. With two direct antennas on transmitter and receiver we can set wireless connection on 2 km distance. Optical gate and transmitter for sending data can be placed in this distance with powering from 12V battery (for example car battery).

1.3 Outdoor display 7 segment

All the race visitors want to see the driver's final time immediately after he crosses the finish line. Good placed outdoor display is the easiest way to show this information. The size of this display is 185x70 cm and there are two rows for two measured times of drivers (Figure.3).



Figure 3. Design of 7 segment outdoor display, from left to right: rank, starting number, category, time, round, penalisation.

The display is made by ERC SportDisplay company and one row contains this information (from left to right): actual driver place from results, starting number (id) of the driver, category in which driver belongs, measured time, penalisation and at the top is the current lap. These 7 segments are controlled by shift registers which were a part of the display [5]. Input voltage is only 12V what is a big advantage, because if there is no 220V electrical system, the display will run only from a car battery for many hours.

1.4 Other hardware

For a control application of the information system which runs on Raspberry Pi, we need a PC mouse, PC keyboard and display. It is a default control, but raspberry supports VNC (remote control) so there is no problem to control everything from a laptop, tablet or a smartphone. We can also share the results with the visitors through the wi-fi network which Raspberry can setup. When a visitor wants to see the race results, he can connect to the wi-fi network and he is automatically redirected to the result website on Apache HTTP server. Internal wi-fi module of Raspberry Pi can be enough for testing, but for more power, and maybe more than 100 visitors the external router is needed.

2 Software components

All software components are described below. LAMP software was installed on Raspberri Pi which includes the Apache HTTP Server, the MySQL relational database management system, and the PHP programming language. The main application was written in Java programming language.

2.1 Java application

Application is intended only for the steward which controls the start of the cars which time is being measured. This steward must have an eye contact or a contact with stewards on the track if some car didn't crash. All logic for measuring times, is programmed in this Java application and it is very simple [6].

When a car crosses the start line, the current time is stored in database. The same happens when a car crosses the finish line. The final time of this car is a difference between finishing time and the starting time (result = finish time – start time). The main functions of the application can be divided into two main groups: background and foreground.

On background, pin control, through the pi4j library, is very important. Two pins are inputs for optical gates and 5 pins are outputs for sending data to the external display. Data from inputs are taken to listeners, which start or stop different actions. Data to be shown are sent to the display in a separate thread, by shift-out function, which contains bit operations.

On foreground runs Java JFrame application for showing all important data to steward as live-measured times of the drivers on the track, their names, car, start number, actual lap. Steward can setup a start number of the driver who is ready to start, actual lap, change position of drivers (if one car overtakes another car), or remove some driver (if one of the cars on track spoils). Measured times are sent to database, and then shown through the webpage which allows the steward to correct times if a car has some penalisation, or another problem.

2.2 MySQL database

All the results, times and other data about drivers are stored in MySQL database. Before race, the steward fills in the registration form with a category, start number, name and a car of every driver. Then the race and the time measuring can begin. When the driver comes to the start, the steward checks his start number and marks it in the application as “Car on start”. When the car crosses the start line, the current time is uploaded to the database. The same happens when the car crosses the finish line. These results are shown to the race visitors on competition through the webpage, where tables are generated, including: driver’s name, car, category and result time from chosen lap.

2.3 PHP + HTML webpages

Upload data from a form or show data from MySQL database is optional with PHP webpage [7]. Registration page is an easy form page which includes a dropdown menu, text inputs and submit button. After the data was sent to the database, the updated table is shown below the form. Another webpage is only for showing results for the visitors. The third webpage is similar to the previous one for showing results, but it is modified only for the steward to change or update values in the database. For example, if some car has penalisation, the extra time can be added to a special column. This PHP webpages runs on Apache HTTP server installed with LAMP software.

■ Conclusion

The main aim of this work is to introduce one complex system for measuring times on different motorsport events (Figure 4, Figure 5). Hardware solutions, which are necessary for a connection with the real world, are described here and working with them means to study not only theoretical but practical things too. Connecting all components required knowledge of microelectronics components used in outdoor display or optical gates.

Software solutions is the second part, which gives soul to all hardware components. This project demonstrated a connection between several IT spheres. The main application is written in Java, MySQL database, PHP webpage with HTML, JavaScript and CSS code or scripts.

This system is further developed with testing on race practise in real conditions.

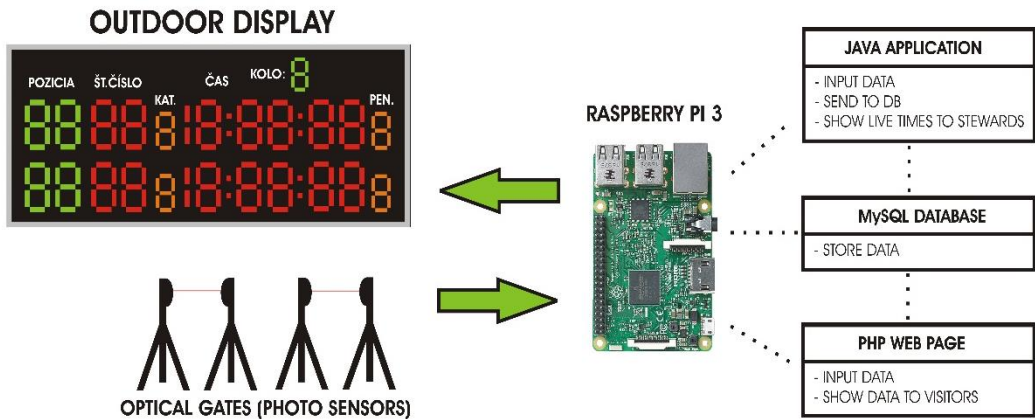


Figure 4: Complex time measuring system



Figure 5: Local car race, current display design

▲ Acknowledgement

This work was supported by my mentor Ing. Juraj Štefanovič, PhD., who helped me develop this system and gave me many consulting hours. Also thanks to Ing. Ján Doboš and Ing. Tomáš Páleník, PhD. for consulting parts of the system, and Paneuropean University for supporting me during this project. I am also thankful to ERC SportDisplay company for support with hardware components – outdoor display and optical gates.

▲ References

- [1] Raspberry Pi official site, Available online: <https://www.raspberrypi.org/>
- [2] The Pi4J Project, pin setup for Raspberry Pi 3 B+, Available online: <http://pi4j.com/pins/model-3b-rev1.html>
- [3] Barnett, Jo Ellen, Time's Pendulum: From Sundials to Atomic Clocks, 1998, San Diego, CA: Harcourt Trade Publishers. ISBN 0-15-600649-9. OCLC 40255897
- [4] Sunwave, Photo electronic beam sensor documentation, Available online: http://www.securityone.com.sg/uploads/products/product_774270840.pdf
- [5] 8-bit parallel-out serial shift register, Texas Instruments, 2014, Available online: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74als164a.pdf>
- [6] Getting Started with Java® SE Embedded on the Raspberry Pi, Oracle, August 2012, Available online: <http://www.oracle.com/technetwork/articles/java/raspberrypi-1704896.html>
- [7] PHP Documentation, Copyright © 2001-2017 The PHP Group, Available online: <http://php.net/docs.php>
- [8] Aurel TX-SAW/433 s-Z Instruction manual, AUR°EL S.p.A., 2001, Modigliana (FC) ITALY Available online: http://ottomat.hu/RFmodulok/650200689_um.pdf

.....

Bc. Andrej Kováč

Faculty of Informatics, Paneuropean University in Bratislava
AndrejKovac2828@gmail.com



First Lego League in Slovakia

Juraj Štefanovič

FIRST® LEGO® League (FLL) is an international competition with educational value for young people [1]. Each season many teams from all countries, consisting of 3 – 10 members of age 9 – 16, can join this competition on regional tournaments. Successful teams pass to higher level international tournaments until the final FLL World Festival. In season 2016-2017 one team from Slovakia made success with 2nd place in selected competition category at FLL World Festival in St. Louis/USA. This team came from city Košice and they passed successfully through international tournaments in Hungary and then Germany until St. Louis. The principle of competition is to design, build and program your own robot, using exclusively the LEGO® MINDSTORMS® building kit. The core of kit is an easy programmable control unit, connected up to 4 sensors of variable kind and up to 4 actuators – electric motors of various power and control possibilities. The rest of construction are LEGO components of many kinds. Each season, the FLL competition starts with new slogan and new task set for your robot. The season 2016 – 2017 came under the slogan “Animal Allies” and new season 2017 – 2018 is coming as “Hydrodynamics”.

Competition robots must try to complete various mechanical tasks on the standart game table and success tasks are counted by judges – one game round takes two and half minute. There are several tentative rounds for each team in several levels until final round for best teams. Robot can be modified throughout the game round, except the programming unit and no remote control is allowed. All tasks to complete together it is not a trivial challenge at all. Tasks (various obstacles and tracks for robot) are made from special LEGO kit dedicated for particular FLL season and placed on the competition table. This dedicated kit is called *The challenge set*, it is issued at the end of august and it is send to every registered team together with current document of game rules. After three months of preparation, regional tournaments are running in December - January and international tournaments are running after until May.

The robot competition consist of two categories: *Robot Game* – trying to complete tasks (Figure 1) and *Robot Design* where the team must explain the construction and software to get evaluation points from jury (Figure 2).

Besides, there are two other categories, not necessarily technical: *Research Project* and *Teamwork*. The research project category (Figure.3) has optional content under current competition slogan. Under the last slogan “Animal Allies” young people created various own solutions for real local problems with animal protection or to support better relationships between people and animals. The teamwork category contains secret game or task, where the jury is testing how members of team are able to collaborate (Figure 4).



Figure 1. Contest category *Robot Game* (all pictures taken by author).



Figure 2. Contest category *Robot Design*.



Figure 3. Contest category *Research project*.



Figure 4. Contest category *Teamwork*.

The contribution of FLL competition can be summarized as follows:

- very young people learn their technical abilities in mechatronical wholeness: mechanical hardware, sensors and software acting together to complete a task
- members of team are learning to collaborate with work and ideas together, under adult coach who should lead them patiently to find their own solutions
- official presentation of work results is trained, in game, in technical communication, in project presentation – best teams at the international level in English

- an interest of further technical studies and work is supported
- last but not least: all movement of FLL is raising societal relationships among children, adults, parents, teachers, supporters and any local management bodies

In our European region of FLL (see the Euro-regional webpage [2]), the number of local competition tournaments in season 2016 – 2017 was set to: 2 in Czech Republic and 2 in Poland, 5 in Austria and the same number 5 in Hungary, in Germany 39 local tournaments and in Slovakia 7. Local tournament (basic regional level of FLL competition) must incorporate minimal 10 competition teams or more. On fig.5 there is a comparison how many competition teams were found in different countries. The number increases every year a bit. Every country has its own local regional webpage of FLL, where competition teams can register, get informations and communication in their own language (in Slovakia see the webpage [3]). Added pictures were taken in two different local tournaments in Bratislava, Slovakia, in December 2016 and January 2017. First of them was managed by Comenius University (fig.6) and the second was managed by Pan-European University [4] (fig.1-4,7).

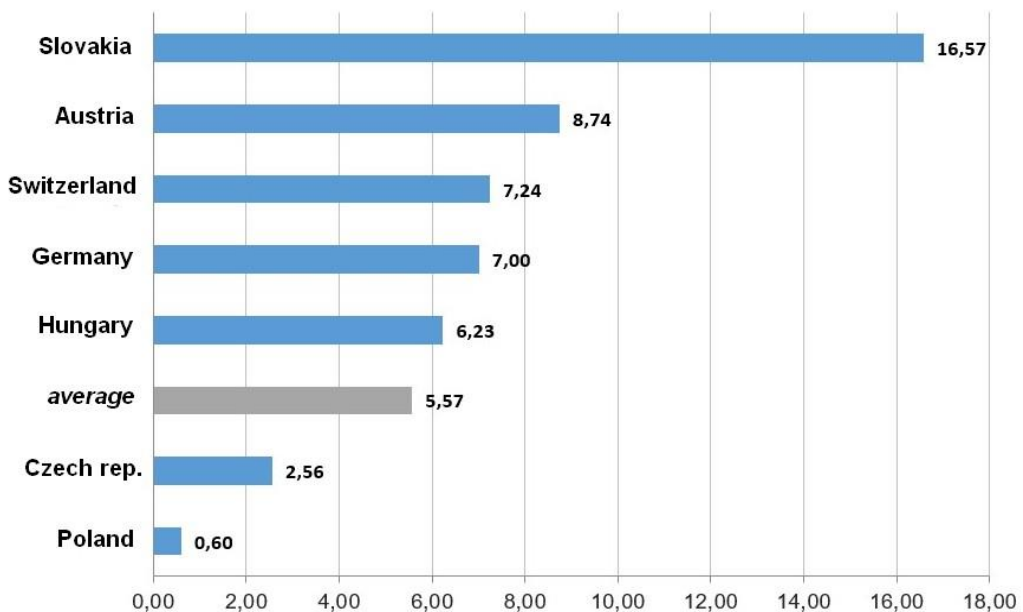


Figure 5. Number of competition teams in local tournaments in proportion to one million people of given country (source: FLL regional board Slovakia)



Figure 6. Robot game at the Comenius university in Bratislava, December 2016



Figure 7. Awarding ceremony at the Pan-european University in Bratislava, January 2017

References

- [1] Webpage of the whole First Lego League organisation:
<http://www.first-lego-league.org>
- [2] Webpage of our European region:
<http://www.first-lego-league.org/en/fll/regions.html>
- [3] National webpage in Slovakia, in Slovak language:
<http://www.fl.sk>
- [4] Short presentation video from Pan-European University in Bratislava:
<https://vimeo.com/200318900>

.....

Ing. Juraj Štefanovič, PhD.
Pan-European University in Bratislava, Slovakia
juraj.stefanovic@paneurouni.com