

РАЗВИТИЕ СИСТЕМНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ СРЕДСТВАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ЭЛЕМЕНТАМИ СИНЕРГЕТИКИ

С.Н. Сиренко к. пед. н, доцент, доцент кафедры общей математики и информатики БГУ

Тел.: (017)209-5266, ssn27@mail.ru

Белорусский государственный университет

<http://www.bsu.by/>

А.В. Колесников к. филос. н, доцент, начальник центра развития информационных технологий и инновационных методов обучения БИП

Тел.: (017)200-2282, andr61@mail.ru

БИП – Институт правоведения

<http://www.bip-ip.info/>

Актуальной задачей современного образования является подготовка людей, умеющих мыслить более широко, аналитически, системно, знакомых с базовыми идеями современной науки, в частности, с синергетикой. В ключе решения данной образовательной сверхзадачи авторами был разработан и апробирован в двух вузах республики цикл комплексных лабораторных работ, сочетающих тренинг навыков владения компьютером с элементами компьютерного моделирования и синергетики.

Ключевые слова: системно-аналитическое мышление, информатика, компьютерное моделирование, синергетика, самоорганизация, система, искусственные сообщества, искусственная жизнь, фракталы, клеточные автоматы.

Мировое сообщество много спорит о причинах внезапно разразившегося мирового экономического кризиса. Мнения высказываются самые разные. Говорят о фиаско традиционной либеральной модели экономики, о кризисе капитализма, как системы хозяйствования, о необходимости введения элементов государственного регулирования и многих других, видимо, верных вещах. Однако практически нигде не говорится о том, что одной из важнейших причин всего этого возможно являются не только какие-то ошибки в денежно-кредитной политике финансовых институтов развитых государств, но и серьезнейшие просчеты в системе образования. Ведь ошибки делают политики и управленцы, неспособные системно и аналитически мыслить, по-настоящему понимать суть сложных кооперативных самоорганизационных и дезорганизационных процессов, происходящих в современном мире. Поскольку отсутствие истинного понимания характера и сути процессов, происходящих в сложных системах, и послужило главной причиной кризиса [1].

Постиндустриальное человечество явно заигралось в прагматизм, который повсеместно приветствуется и поощряется всеми «прогрессивно» мыслящими людьми. То же самое проявляется, в том числе, и в образовании. Часто, приходя в аудиторию и начиная изложение своего материала, буквально с нескольких слов понимаешь, что студенты априори убеждены, что данный материал им не понадобится для работы.

Естественный вопрос «а зачем нам это нужно?» в этом случае скорее демонстрирует нежелание студентов напрягаться и вдумчиво осваивать фундаментальные знания, вследствие чего ряд не воспринятых идей, аналогий, ассоциаций никогда не будут доступны и в профессиональной деятельности выпускника. Изначально мы что-то по-настоящему стремимся узнать, только когда нам это по-настоящему интересно. То есть, познанием движет интерес, а вовсе не расчет. Конечно, в какой-то мере они взаимосвязаны, но необходимо четко понимать, что первично и какова мера. Первичен именно интерес. А вопрос меры баланса интереса и расчета должен решаться, исходя из тех общих целей, которые в принципе ставятся перед системой образования. Не вдаваясь в анализ этого непростого и объемного вопроса [2], отметим, лишь, что с учетом сказанного выше, одна из приоритетных целей, стоящей перед системами образования во всем современном мире – это начать, наконец, готовить не узких специалистов, напичканных конкретными профессиональными рецептами, а людей умеющих мыслить более широко и универсально, владеющих более развитой базой системных аналогий из различных областей знания.

В настоящее время, несмотря на признание большинством молодых людей ценности образования для личности, существуют трудности с их приобщением к новейшим идеям, проблемам и методам современной науки. Достаточно сильный урон по престижу научной деятельности в глазах молодежи был нанесен в перестроечное время. Под сомнение была поставлена ценность самой науки, когда на полном серьезе делались попытки «усилить» ее за счет религии, эзотерики и т.д. Все это привело к серьезному нарушению мотивации молодых людей к вдумчивому освоению научных знаний. Жажда познания, заложенная изначально в человеческой природе, как это ни парадоксально, оказалась притушена и частично заменена бесконечно преувеличенными обывательскими и другими псевдоценностями. Вне всякого сомнения, это противоестественное положение оказалось временным явлением.

Таким образом, нынешний кризис следует считать не только фиаско традиционной либеральной модели капитализма, но и предупреждением всей системе образования. Возможно, настало время пересмотреть сложившиеся подходы к организации, содержательному наполнению и методике образовательного процесса. В том, что на ключевых постах в современном мире оказались люди, мыслящие прямолинейными категориями в рамках узких профессиональных компетенций, значительная доля ответственности лежит на системе образования. Они оказались не способными моделировать последствия своих управленческих решений и предсказать реакцию на них сложных кооперативных социально-экономических и политических систем, в которых эти решения реализовывались.

Из этого урока следует извлечь вывод – системно, аналитически мыслить и моделировать нужно учить студента в процессе получения им высшего образования. Особенно это касается специалистов-управленцев, которым в будущем придется иметь дело со сложными социально-экономическими и социо-природными системами. Именно в их функцию входило предупредить мир о надвигающейся угрозе, но они с этой задачей не справились.

Учить критически и доказательно мыслить, широко и творчески подходить к решению своих профессиональных задач следует неформально и по-настоящему. Благодаря развитию таких междисциплинарных научных направлений, как общая теория систем, кибернетика и синергетика, современная наука накопила обширный массив

знаний о характере и общих свойствах функционирования и эволюции сложных, многоэлементных системных образований, к которым относится и такой важный объект, как современное общество. В рамках перечисленных научных направлений разработан богатый арсенал моделей, иллюстрирующих принципы и механизмы разнообразных системных эффектов и явлений. Особенно это касается современной синергетики, в рамках которой впервые в истории позитивных наук оказались четко сформулированы и формализованы принципы самоорганизации и эволюции сложных многоэлементных систем.

Сегодня реализация принципов научности и фундаментализации в высшей школе наталкивается на отсутствие у многих студентов, как должного уровня научной эрудиции, так и необходимых умений и средств, на базе которых эту эрудицию можно было бы развить. К одним из таких умений можно отнести способность обучающегося алгоритмически мыслить (т.е. самостоятельно выстраивать алгоритмы), а также знание хотя бы одного учебного языка программирования. Если студент владеет этими знаниями и умениями, то многие ключевые идеи современной науки можно преподносить и объяснять на основе алгоритмических, компьютерных моделей и подходов. Но, чаще всего на сегодняшний день приходится констатировать, что это невозможно. Попытка ознакомления студента, обучающегося по специальности, не связанной с программированием, с простейшим учебным алгоритмическим языком оказывается трудной задачей. При этом, главными причинами подобной ситуации являются отсутствие мотивации к освоению каких-либо не очевидно узкопрактических знаний и значительные пробелы в базовой общенаучной подготовке.

Одной из самых ярких моделей, иллюстрирующих очень многие ключевые свойства и особенности эволюционного поведения сложных кооперативных многоэлементных систем, являются, так называемые, игры клеточных автоматов, иногда именуемые в литературе более красивым названием – искусственная жизнь. Это, наверное, одно из самых ярких, завораживающих и креативных явлений в синергетике, и всей современной науке. Компьютерная клеточная плазма кипит, переливается всеми цветами и внешне очень напоминает что-то биологическое, живущее своей жизнью и эволюционирующее по своим законам. Но, самое главное, что на клеточноавтоматных аналогиях можно понять и прочувствовать насколько нелинейно и неожиданно мощно могут реагировать сложные кооперативные системы на, казалось бы, совсем малые и незначительные управляющие воздействия. Насколько тонко и сложно преломляются в них причинно-следственные связи и зависимости. Именно фундаментальное непонимание этих сторон поведения сложных систем может впоследствии привести к еще более значительной экономической, экологической и военно-политической катастрофе. Поэтому развитие культуры системного мышления и моделирования приобретает в современном мире ключевое значение.

1. Развитие системно-аналитического мышления в процессе изучения информатики с элементами синергетики

В России и некоторых странах бывшего СССР речь о преподавании основ синергетики в школах и вузах ведется, и даже уже накоплен некоторый опыт. Подходы к введению элементов синергетики в учебный процесс могут быть различными. Это можно попытаться осуществить путем внесения в учебные планы соответствующей новой

дисциплины, можно это попытаться осуществить путем введения соответствующего раздела в программу по какому-либо одному предмету, а можно просто вводить элементы и модели синергетики в различные дисциплины. Причем последний подход представляется более целесообразным. Синергетика по своей сути представляет собой крайне синтетическое и мультидисциплинарное научное направление. Элементы синергетики присутствуют во множестве, если не во всех современных отраслях науки. Поэтому то и целесообразно таким же образом постепенно вводить ее материал в учебный процесс.

Реальное моделирование, например, игр клеточных автоматов или построение фрактальных структур, правильно уложенное в ткань учебного процесса способно оказывать весьма существенное когнитивное воздействие на обучаемых [3], провоцируя состояние инсайта – озарения, когда им вдруг становятся понятны и интересны те системные механизмы, которые управляют изучаемыми ими, например, социальными сообществами. Многие из них, преодолев планку, разобравшись в несложных принципах моделирования и реализовав несколько моделей на практике, мысленно, а некоторые и вслух, произносят – «Так вот оно, что!» - и с удвоенным усердием погружаются в задачу, а также иначе начинают смотреть и на материал, излагаемый в рамках дисциплин профессионального блока.

К сожалению, в русле тенденций снижения научного уровня трансформировалось и содержание многих учебных занятий по информатике в вузе (здесь речь идет, прежде всего, о социально-гуманитарных специальностях). Типичными стали задания репродуктивного типа, связанные с воспроизведением указанных преподавателем действий. Вряд ли можно признать, что такой подход в полной мере соответствует духу и уровню требований высшей школы.

Эффективность занятий, как показывает наш опыт, можно многократно усилить, предлагая в качестве заданий не совокупность разрозненных и отвлеченных примеров, а целостные законченные игры и модели, задания-проекты, например, из области оснований синергетики. Синергетика представляет собой идейное ядро современной науки и представление о ней чрезвычайно полезно иметь студентам любой специальности. Как уже отмечалось выше, часто просто преподнести основы этих знаний в виде конкретных моделей и программ, написанных на алгоритмических языках, бывает затруднительно из-за отсутствия необходимой базы знаний. Но многое можно сделать, используя традиционные прикладные программные средства, такие как текстовый редактор и электронные таблицы. При таком подходе у студентов будет формироваться научное мировоззрение, развиваться системное, критическое мышления, умение планировать свою деятельность, моделировать.

С этой целью нами были разработаны комплексные лабораторные работы [4, 5], предназначенные как для развития прикладных умений работы с офисными приложениями, такими как текстовый редактор Word и табличный процессор Excel, так и для ознакомления с некоторыми базовыми объектами и моделями синергетики, такими как фракталы и клеточные автоматы. Основная идея цикла состоит в ознакомлении студентов с элементами синергетики через модели и объекты, которые можно реализовать или построить с помощью традиционных офисных и стандартных приложений, изучение которых предусмотрено учебной программой, а также простейших учебных языков программирования. Данный тип лабораторных заданий был назван комплексными лабораторными работами, поскольку для их выполнения необходимо использовать межпредметные знания, а также задействовать сразу несколько приложений.

Лабораторные работы выполнялись в рамках традиционного курса «Основы информационных технологий». Студенты в процессе выполнения заданий в полной мере могли ощутить и прочувствовать что такое кооперативные взаимодействия, как и почему из первоначального хаоса самопроизвольно развивается порядок, насколько чувствительны сценарии развития сложных систем к малейшим вариациям начальных условий. Если задуматься над тем, что означает “понимать”, как ведет себя та или иная система, то ответом будет: “понимать” – означает иметь в голове адекватную модель ее функционирования, которая репрезентативно и, вместе с тем, наглядно и просто отражает причинно-следственные связи, определяющие ее поведение. Поэтому «моделировать» означает искать пути и способы понимания сути явлений. А это и есть, наверное, самое важное в обучении.

2. Построение рекурсивных геометрических фракталов средствами текстового процессора Word

Остановимся подробнее на основных идеях некоторых лабораторных работ. Суть одной из них состоит в построении рекурсивных геометрических фракталов с помощью текстового редактора Word. На первый взгляд идея строить фрактальные формы при помощи текстового редактора может показаться странной. Однако, здесь можно удачно использовать возможность автоматической вставки и замены фрагментов текста. А что такое построение рекурсивных геометрических фракталов типа кривой Пеано или острова Коха, если не циклическая вставка и замена одних элементов на другие? Остается только найти средство перевода словесного описания геометрических образов в реальное изображение. В качестве такового средства в работе используется крайне простая русскоязычная реализация известного алгоритмического языка Лого - GameLogo.

Работа выполняется в нескольких этапах. На первом этапе в редакторе GameLogo при помощи элементарных команд строится первоначальный, как правило, крайне простой «зародыш» будущего фрактала, называемый инициатором. Например, в случае с кривой Пеано это просто горизонтальный отрезок, а в случае с островом Коха – это квадрат. Затем текст программы инициатора переносится в Word. Далее используется та самая возможность текстового редактора по вставке и замене фрагментов текста. Суть процесса построения любого рекурсивного геометрического фрактала состоит в замене какого-либо элемента инициатора на другой структурный элемент, называемый генератором.

Таблица 1. Варианты заданий для лабораторной работы на построение различных рекурсивных геометрических фракталов

№	Исходная фигура	Заменяемый элемент (инициатор)	Заменяющий элемент (генератор)	Коэффициент уменьшения длины	Количество итераций
1				1/3	5

2				1/3	5
3				1/4	5
4				1/3	4
5				1/3	5
6				1/3	5
7				1/4	5
8				1/4	5

Таким образом, мы, просто используя операцию вставки замены в качестве заменяемого фрагмента, указываем код того элемента, который нужно заменить, а в качестве заменяющего фрагмент набираем код построения заменяющего элемента или генератора. При этом необходимо естественно придерживаться весьма простых и свободных синтаксических правил написания команд, принятых в языке GameLogo. Прodelав заданное количество циклов однотипных замен в Word, мы в итоге получим код построения соответствующего геометрического фрактала заданного порядка. Останется только перенести полученный таким образом текст обратно в программу GameLogo. В качестве различных вариантов выполнения работы студентам предлагается построить различные фракталы – снежинку Коха (Рис. 1. а), кривую Пиано (Рис. 1. б), остров Коха и так далее. Таким образом, в процессе выполнения данной лабораторной работы студент отрабатывает наиболее важные навыки работы с текстовым редактором, а также знакомится с элементами фрактальной геометрии, которая позволяет осмыслить и понять суть и пути происхождения реальных природных форм совершенно различных объектов, таких как галактики, пламя костра, кровеносная система, кроны деревьев, морфологические структуры мозга.

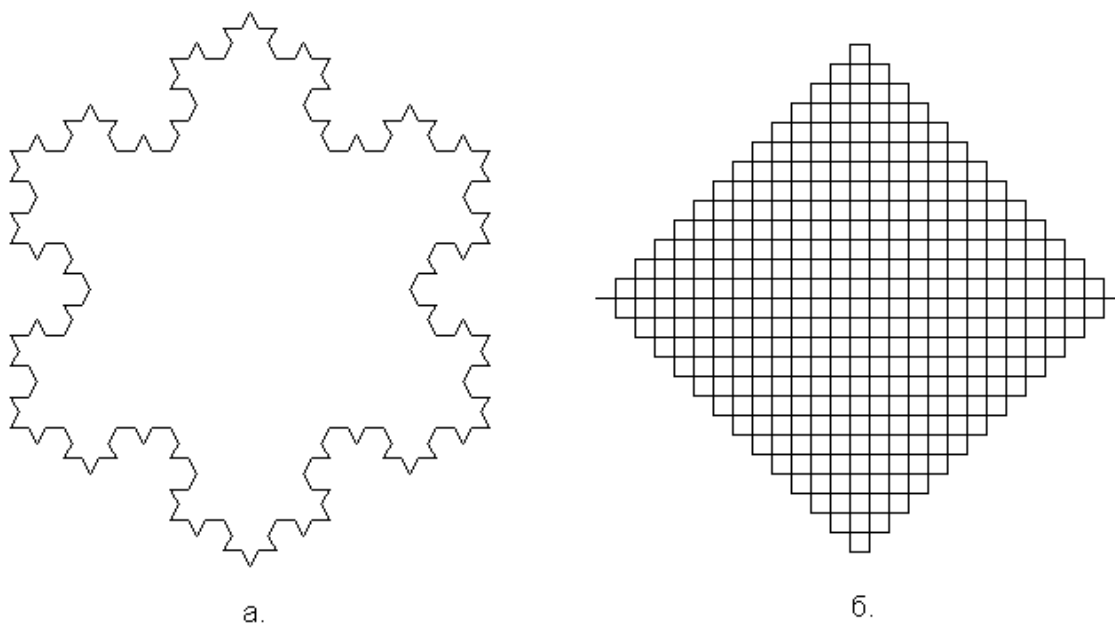


Рис. 1. Примеры рекурсивных геометрических фракталов, построенных при помощи текстового процессора Word

Рис. 1. а. Снежинка Коха (см. вариант 1, таблица 1);

Рис. 1. б. Кривая Пеано (см. вариант 4, таблица 1)

3. Моделирование самоорганизационных процессов на примере клеточной игры «Стрелки» средствами Word

По принципу комплексного межпредметного подхода построены и прочие лабораторные работы цикла. Так при помощи средств текстового редактора по созданию таблиц предлагается смоделировать игру «Стрелки» [6]. Представим себе лист бумаги в клеточку. На этом листе начертим квадратное поле (например, размером 4×4 клеточек). Далее в каждую из клеток впишем стрелочки, ориентированные случайным образом в одном из восьми возможных направлений – влево и вверх, вверх, вправо и вверх, влево, вправо, влево и вниз, вниз, вправо и вниз. Рядом очертим точно такое же чистое поле. Будем заполнять его, заменяя каждую стрелочку, той, на которую она указывала. Если стрелочка, расположенная на краю поля, указывает за его пределы, то поступим так, как если бы клеточное поле было свернуто в тор. То есть, любая клеточка, включая все крайние, также обретет свои восемь соседей. Будем повторять этот процесс снова и снова, всякий раз подрисовывая новое чистое поле, как только очередное заполнится.

Что получится в итоге? Ответ на этот вопрос вовсе интуитивно не очевиден. Стрелочку в каждой клеточке мы в следующий момент времени заменяем стрелочкой, на которую она указывала в предыдущий момент времени. Оказывается этого достаточно для того, чтобы вся система в целом постепенно самоорганизовывалась. При моделировании этой несложной клеточной игры на ЭВМ можно наблюдать, как постепенно все стрелочки выстраиваются в определенном порядке. На рис. 2. приведен пример моделирования случайной исходной конфигурации на протяжении восьми поколений. Какое-то из направлений постепенно может стать доминирующим или даже единственным. Возможно

образование каких-то устойчивых циклических перестановок стрелочек в клетках. А ведь в целом всей системой никто и ничто не руководит. В ней действует лишь предельно простое локальное правило - стрелочка заменяется стрелочкой, на которую сама указывает – вот и все. В итоге же из первоначального хаоса сам по себе возникает порядок!

<table> <tr> <td colspan="2">Вариант 1</td><td>09.02.08</td><td>14:13:45</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2">Поколение 1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td rowspan="4">Колесников Я.Ф.</td><td></td><td>↖</td><td>↖</td><td>↙</td></tr> <tr> <td></td><td>↙</td><td>↖</td><td>↗</td></tr> <tr> <td></td><td>↗</td><td>↓</td><td>↗</td></tr> <tr> <td></td><td>↙</td><td>↗</td><td>↗</td></tr> </table>					Вариант 1		09.02.08	14:13:45		Поколение 1					Колесников Я.Ф.		↖	↖	↙		↙	↖	↗		↗	↓	↗		↙	↗	↗
Вариант 1		09.02.08	14:13:45																												
Поколение 1																															
Колесников Я.Ф.		↖	↖	↙																											
		↙	↖	↗																											
		↗	↓	↗																											
		↙	↗	↗																											
<table> <tr> <td colspan="2">Вариант 1</td><td>09.02.08</td><td>14:14:23</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2">Поколение 5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td rowspan="4">Колесников Я.Ф.</td><td></td><td>↗</td><td>↙</td><td>↖</td></tr> <tr> <td></td><td>↗</td><td>↗</td><td>↙</td></tr> <tr> <td></td><td>↙</td><td>↗</td><td>↙</td></tr> <tr> <td></td><td>↗</td><td>↗</td><td>↖</td></tr> </table>					Вариант 1		09.02.08	14:14:23		Поколение 5					Колесников Я.Ф.		↗	↙	↖		↗	↗	↙		↙	↗	↙		↗	↗	↖
Вариант 1		09.02.08	14:14:23																												
Поколение 5																															
Колесников Я.Ф.		↗	↙	↖																											
		↗	↗	↙																											
		↙	↗	↙																											
		↗	↗	↖																											
<table> <tr> <td colspan="2">Вариант 1</td><td>09.02.08</td><td>14:13:55</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2">Поколение 2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td rowspan="4">Колесников Я.Ф.</td><td></td><td>↗</td><td>↙</td><td>↖</td></tr> <tr> <td></td><td>↙</td><td>↖</td><td>↗</td></tr> <tr> <td></td><td>↖</td><td>↗</td><td>↖</td></tr> <tr> <td></td><td>↗</td><td>↙</td><td>↗</td></tr> </table>					Вариант 1		09.02.08	14:13:55		Поколение 2					Колесников Я.Ф.		↗	↙	↖		↙	↖	↗		↖	↗	↖		↗	↙	↗
Вариант 1		09.02.08	14:13:55																												
Поколение 2																															
Колесников Я.Ф.		↗	↙	↖																											
		↙	↖	↗																											
		↖	↗	↖																											
		↗	↙	↗																											
<table> <tr> <td colspan="2">Вариант 1</td><td>09.02.08</td><td>14:14:04</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2">Поколение 3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td rowspan="4">Колесников Я.Ф.</td><td></td><td>↙</td><td>↗</td><td>↙</td></tr> <tr> <td></td><td>↗</td><td>↗</td><td>↗</td></tr> <tr> <td></td><td>↗</td><td>↖</td><td>↖</td></tr> <tr> <td></td><td>↗</td><td>↗</td><td>↖</td></tr> </table>					Вариант 1		09.02.08	14:14:04		Поколение 3					Колесников Я.Ф.		↙	↗	↙		↗	↗	↗		↗	↖	↖		↗	↗	↖
Вариант 1		09.02.08	14:14:04																												
Поколение 3																															
Колесников Я.Ф.		↙	↗	↙																											
		↗	↗	↗																											
		↗	↖	↖																											
		↗	↗	↖																											
<table> <tr> <td colspan="2">Вариант 1</td><td>09.02.08</td><td>14:14:14</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2">Поколение 4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td rowspan="4">Колесников Я.Ф.</td><td></td><td>↗</td><td>↗</td><td>↙</td></tr> <tr> <td></td><td>↗</td><td>↙</td><td>↙</td></tr> <tr> <td></td><td>↗</td><td>↗</td><td>↖</td></tr> <tr> <td></td><td>↗</td><td>↖</td><td>↖</td></tr> </table>					Вариант 1		09.02.08	14:14:14		Поколение 4					Колесников Я.Ф.		↗	↗	↙		↗	↙	↙		↗	↗	↖		↗	↖	↖
Вариант 1		09.02.08	14:14:14																												
Поколение 4																															
Колесников Я.Ф.		↗	↗	↙																											
		↗	↙	↙																											
		↗	↗	↖																											
		↗	↖	↖																											
<table> <tr> <td colspan="2">Вариант 1</td><td>09.02.08</td><td>14:14:34</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2">Поколение 6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td rowspan="4">Колесников Я.Ф.</td><td></td><td>↗</td><td>↗</td><td>↗</td></tr> <tr> <td></td><td>↙</td><td>↖</td><td>↗</td></tr> <tr> <td></td><td>↗</td><td>↙</td><td>↙</td></tr> <tr> <td></td><td>↗</td><td>↙</td><td>↙</td></tr> </table>					Вариант 1		09.02.08	14:14:34		Поколение 6					Колесников Я.Ф.		↗	↗	↗		↙	↖	↗		↗	↙	↙		↗	↙	↙
Вариант 1		09.02.08	14:14:34																												
Поколение 6																															
Колесников Я.Ф.		↗	↗	↗																											
		↙	↖	↗																											
		↗	↙	↙																											
		↗	↙	↙																											
<table> <tr> <td colspan="2">Вариант 1</td><td>09.02.08</td><td>14:14:41</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2">Поколение 7</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td rowspan="4">Колесников Я.Ф.</td><td></td><td>↙</td><td>↗</td><td>↙</td></tr> <tr> <td></td><td>↗</td><td>↗</td><td>↗</td></tr> <tr> <td></td><td>↙</td><td>↗</td><td>↙</td></tr> <tr> <td></td><td>↙</td><td>↙</td><td>↙</td></tr> </table>					Вариант 1		09.02.08	14:14:41		Поколение 7					Колесников Я.Ф.		↙	↗	↙		↗	↗	↗		↙	↗	↙		↙	↙	↙
Вариант 1		09.02.08	14:14:41																												
Поколение 7																															
Колесников Я.Ф.		↙	↗	↙																											
		↗	↗	↗																											
		↙	↗	↙																											
		↙	↙	↙																											
<table> <tr> <td colspan="2">Вариант 1</td><td>09.02.08</td><td>14:14:49</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2">Поколение 8</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td rowspan="4">Колесников Я.Ф.</td><td></td><td>↗</td><td>↙</td><td>↙</td></tr> <tr> <td></td><td>↗</td><td>↙</td><td>↙</td></tr> <tr> <td></td><td>↗</td><td>↙</td><td>↙</td></tr> <tr> <td></td><td>↗</td><td>↙</td><td>↙</td></tr> </table>					Вариант 1		09.02.08	14:14:49		Поколение 8					Колесников Я.Ф.		↗	↙	↙		↗	↙	↙		↗	↙	↙		↗	↙	↙
Вариант 1		09.02.08	14:14:49																												
Поколение 8																															
Колесников Я.Ф.		↗	↙	↙																											
		↗	↙	↙																											
		↗	↙	↙																											
		↗	↙	↙																											

Рис. 2. Пример моделирования восьми поколений игры «Стрелки» средствами текстового процессора Word

Самоорганизация – это не редкость в поведении различных игр клеточных автоматов. Данная игра, однако, отличается от традиционных клеточно-автоматных моделей тем, что на каждую клетку влияет не вся ее окрестность, а лишь одна из соседних ячеек. Оказывается и в таком вырожденном случае все равно система демонстрирует характерное самоорганизационное поведение.

Эта абстрактная и чрезвычайно простая игра может служить предельно лаконичной иллюстрацией некоторых весьма универсальных принципов эволюции многих сложных

систем. Поучительно и занимательно наблюдать за тем, как стрелочки в клеточках сами собой постепенно выстраиваются в строгие ряды и периодические последовательности.

Студенты создают при помощи текстового редактора таблицы, содержащие восемь поколений игры, получая не всегда предсказуемый и полезный для анализа и интерпретации результат: стрелки из хаотично разбросанных превращаются в упорядоченные. После работы с текстовым редактором полученные таблицы в виде отдельных картинок в формате gif помещаются в небольшую бесплатную утилиту Microsoft Gif Animator и превращаются в анимационный ролик (Рис. 3.). Это позволяет очень наглядно наблюдать самоупорядочивание исходной конфигурации стрелок (различной для разных вариантов работы) и получить наглядное зрительное представление о самоорганизационных процессах. При этом в процессе выполнения работы отрабатываются важные умения подготовки таблиц в текстовом редакторе: умение форматировать текст и таблицы, внедрять и редактировать в текстовом документе различные объекты, создавать простейшие анимационные ролики. Студентам также предлагается задание найти аналогию поведения стрелок в социальных системах. Например, в одном из предлагаемых ответов была указана аналогия с зарождением моды.



Рис. 3. Подготовка анимационного ролика в ходе выполнения комплексной лабораторной работы по моделированию игры «Стрелки»

4. Построение бифуркационного дерева Фейгенбаума в табличном процессоре Excel

Для освоения студентами навыков расчетов в табличном процессоре, форматирования рабочих листов, построения и редактирования диаграмм [7] предлагается комплексная лабораторная работа, предполагающая построение нескольких частных решений важного для понимания основ синергетики уравнения Фейгенбаума. Затем задание предусматривает построение бифуркационного дерева Фейгенбаума. Для будущих социологов и психологов данное задание полезно возможностью познакомиться

с основными идеями современной хаотической динамики. Одной из наиболее богатых системными идеями наук является биология. Не случайно многие идеи и теории, составляющие основу современных общесистемных представлений, пришли именно оттуда. Системы, изучаемые биологией, представляют собой хорошие модели для общих системных исследований. Обратимся к такой классической биологической системе, как популяция. Популяции различных биологических организмов изучаются в экологии. В принципе в науке давно сформулирован основной динамический закон развития популяции любых организмов. Суть закона состоит в следующем. Популяция быстро растет пока организмов мало, и среда обитания способна их всех накормить, а затем численность организмов после нескольких колебаний стабилизируется на уровне, соответствующем ресурсной емкости среды обитания. Но именно эта элементарная модель и принесла множество сюрпризов. Оказалось, что простейшее математическое уравнения, отображающее рост популяции в среде с ограничением, при росте коэффициента размножения ведет себя как-то неправильно. В итоге оно выдает картину случайных колебаний численности, когда никаких случайностей в простом арифметическом расчете по уравнению динамического закона быть не должно! Уравнение простейшей популяционной динамики вида: $x_{i+1} = R x_i (1 - x_i)$ очень хорошо исследовано. Как известно, с ростом R поведение x становится все более сложным и приобретает хаотический характер. Параметр R можно интерпретировать как коэффициент размножения. Поведение кривой меняется по мере роста его значения, проходя через серию бифуркаций, отображаемых на ставшей уже классической диаграмме – дереве Фейгенбаума (рис. 4), неизменно приводимой во всех руководствах по теории хаоса.

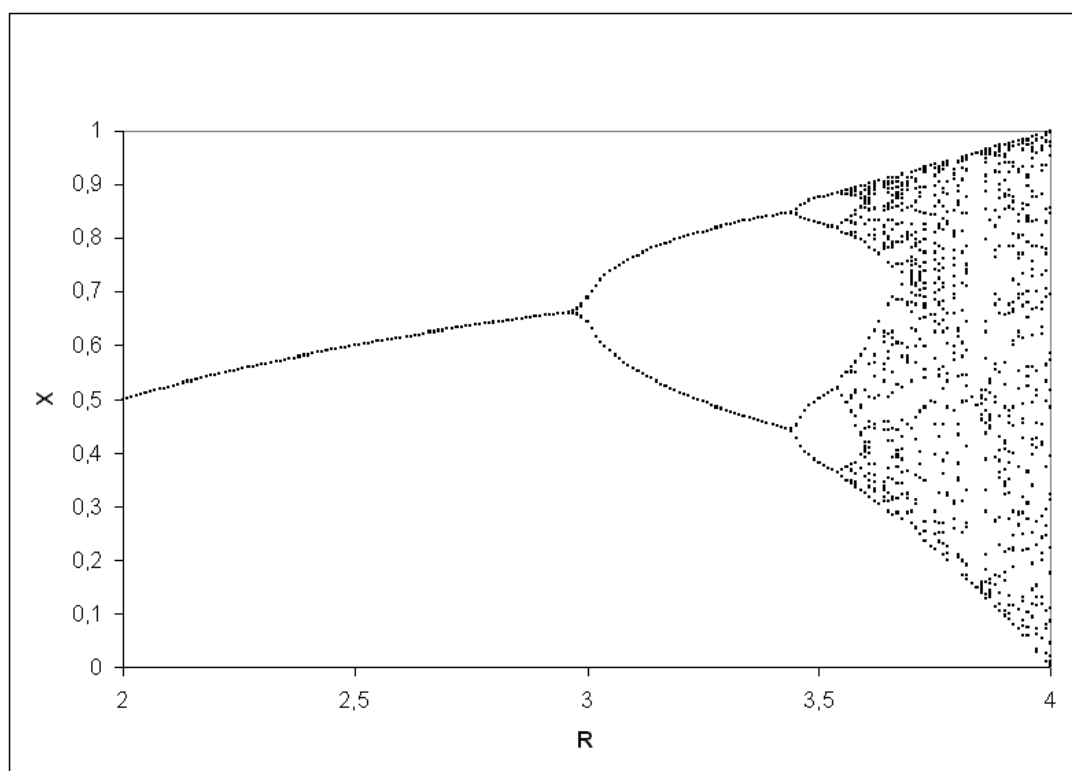


Рис. 4. Бифуркационное дерево Фейгенбаума, построенное в табличном процессоре Excel

5. Моделирование игры «Жизнь» средствами Excel

Следующая работа цикла преследует цель - углубление знаний о возможностях табличного процессора, а также знакомство с одной из самых элегантных и креативных

моделей синергетики – игрой «Жизнь». Для реализации правил игры студенту необходимы умения по использованию встроенных логических функций в табличном процессоре, условному форматированию ячеек, создания макроса для моделирования смены поколений. В итоге выполнения работы создается модель, позволяющая наблюдать эволюцию различных исходных комбинаций клеточного автомата и делать выводы и обобщения относительно природы самоорганизационных процессов в природе и социуме.

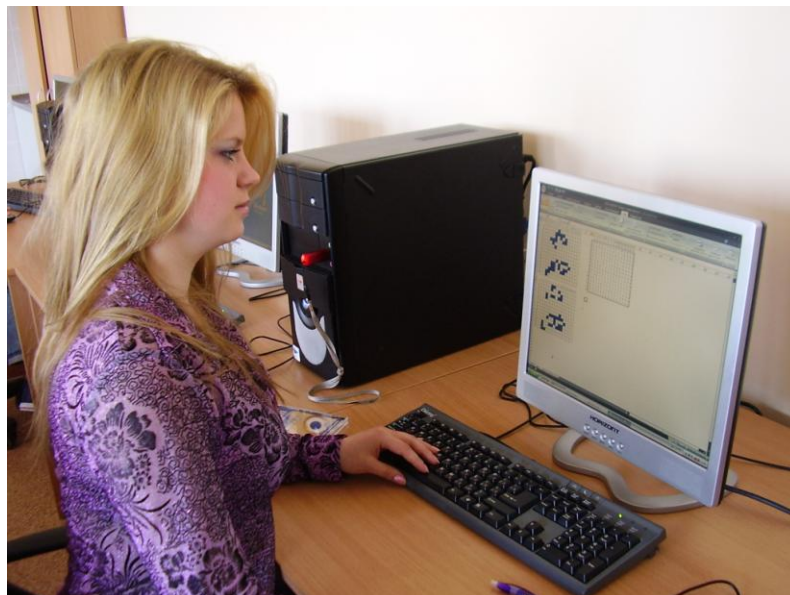


Рис. 5. Этап выполнения комплексной лабораторной работы по моделированию игры «Жизнь» студентами – социологами средствами табличного процессора Excel

6. Реализация клеточно-автоматной игры «Колония» в PowerPoint

Традиционно в процессе изучения офисных приложений программа PowerPoint считается одной из наиболее легких. Можно спорить о том, так ли это на самом деле или нет, но на практике у студентов уже, как правило, имеются первичные навыки создания элементарных презентаций. В следствии того, что сама программа PowerPoint считается сугубо иллюстрационным средством, часто отношение к ней со стороны студентов и преподавателей не слишком серьезное. Однако, используя описанный комплексный подход можно поднять уровень интеллектуальной напряженности работы с программой на более высокий уровень. С этой целью нами была разработана клеточно-автоматная игра Колония. Суть игры заключается в следующем. Имеется клеточное поле 7 на 7 клеток. На центральном «островке» клеточного поля 3 на 3 клеточки заданным образом расселено некоторое количество основателей колонии. Далее происходит смена поколений. У первых колонистов появляются потомки. Если в окрестности какой-либо свободной клетки (соседних восьми клетках) живут ровно два колониста, то в ней в следующем поколении появляется потомок. В следующий момент времени потомки первых колонистов становятся взрослыми, а колонисты предыдущего поколения вымирают. Далее процесс смены поколений повторяется. В результате при помощи программы PowerPoint реализуется целостная компьютерная модель, имеющая самостоятельную креативную ценность. При этом, студентами прочно и комплексно

осваиваются все основные операции по подготовке и настройке сложной мультимедийной презентации. Моделирование игры Колония может осуществляться и средствами сразу двух приложений – PowerPoint и Excel. В этом варианте смену поколений моделируется при помощи логических функций, средств условного форматирования и макросов Excel.

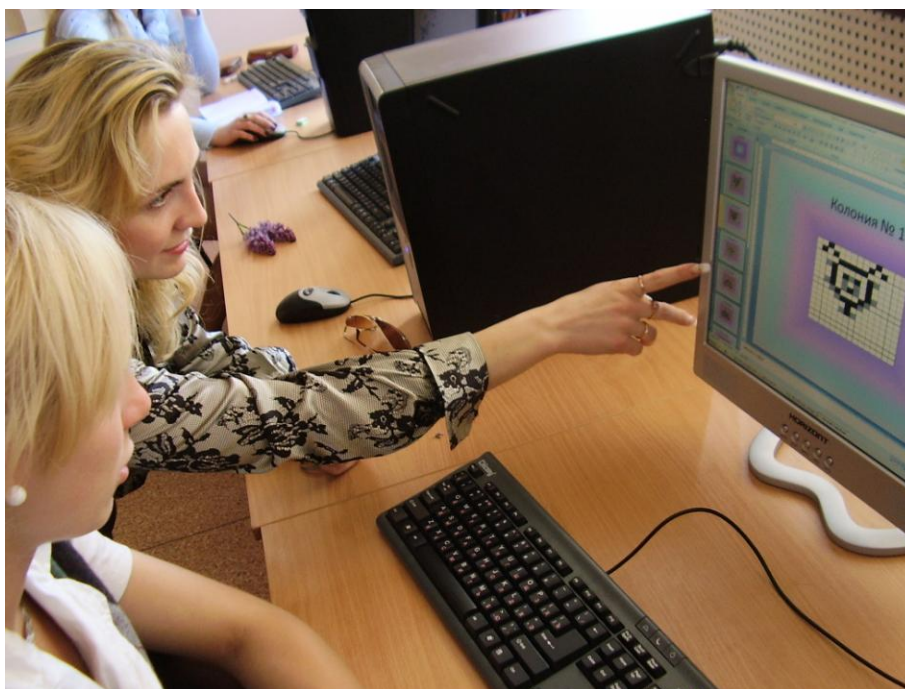


Рис. 6. Выполнение комплексной лабораторной работы по моделированию клеточной игры «Колония» (пояснения дает доц. Сиренко С.Н.)

7. Итоги и перспективы

Представленный комплексный подход к подготовке и проведению лабораторных занятий на ЭВМ обладает рядом преимуществ по сравнению с репродуктивным. Во-первых, важнейшее значение имеет сам получаемый результат, имеющий во всех случаях ярко выраженное креативное действие, знакомя учащихся с важнейшими и весьма притягательными идеями современной науки в лице одного из наиболее передовых ее разделов – синергетики. Во-вторых, студент всей совокупностью предлагаемых ему для изучения программных средств и возможностей решает некую единую комплексную задачу и должен спроектировать свою деятельность. Причем, результат этот может быть получен только в случае, если все необходимые операции проделаны им верно и с полным пониманием. Подчеркнем, что приобретаемые знания и умения носят универсальный характер и могут быть использованы студентами в их учебно-исследовательской деятельности. Работы апробировались в учебном процессе Белорусского государственного университета на занятиях у студентов-социологов, а также на факультете психологии и политологии Института правоведения.

Можно считать закономерным и ожидаемым тот факт, что некоторых студентов выполнение лабораторных работ с элементами моделирования навлекло на дальнейшие размышления, которые получили свое развитие в научно-исследовательской работе. Так, например, студентка факультета философии и социальных наук БГУ Король Ольга по

итогах изучения курса подготовила научную работу по теме «Компьютерное моделирование искусственных сообществ в познании законов развития социума», посвященную современным применениям компьютерных моделей в социологии. Суть идеи состояла в том, чтобы попытаться применить идеологию клеточных автоматов к моделированию социальных процессов или явлений. По сути, поведение социума в целом также как и поведение колонии в игре жизнь складывается из локальных социальных взаимодействий. Так же как и общество, колонии игры жизнь самоорганизуются и эволюционируют в сторону более оптимальных, стабильных, упорядоченных, устойчивых или периодически пульсирующих повторяющихся конфигураций.

В работе было высказано предположение о существовании корреляции между плотностью населения и фактами суицидального поведения. Объектом изучения стали данные о числе самоубийств на 100000 человек в 2006 году в различных странах мира. Исследование показало, что прямая корреляция между плотностью населения в стране и частотой самоубийств практически отсутствует. При более детальном рассмотрении данный результат совсем не кажется удивительным, так как значение имеет не столько общая плотность населения в стране, сколько процент населения, живущий в условиях высокой локальной плотности, наподобие того, как это происходит с клетками колоний игры «Жизнь». Для примера общая плотность населения в таких странах, как Канада или даже Китай не будет в полной мере отражать ситуацию. Можно предположить, что значение имеет, скорее не столько общая плотность населения, сколько уровень урбанизации общества, находящий выражение в росте удельного веса городского населения в общей массе. И действительно общемировой тенденцией является как поступательный рост урбанизации населения планеты, так и неуклонный рост частоты суицидального поведения. Таким образом, на крайне простых примерах и моделях можно пытаться ставить, изучать и решать научные проблемы социальных наук с привлечением методов компьютерного моделирования.

От образования во многом зависит, каким будет мир будущего. Сегодняшняя действительность говорит нам о том, что некоторые институты и формы организации функционирования общества, возможно, устарели и нуждаются в реформировании. Настоятельным требованием времени является введение новых, более современных и мощных подсистем управления функционированием общества, основанных на компьютерном моделировании, автоматическом регулировании и машинном управлении материальными и финансовыми потоками. Актуальным и технически возможным на современном этапе развития общества представляется внедрение интеллектуальных компьютерных комплексов, которые будут способны управлять динамикой современных сложных социально экономических систем в реальном масштабе времени и при этом не будут воровать и будут неукоснительно соблюдать закон. А для создания и управления этим новым миром необходимо готовить высокообразованные, гармонично научно, нравственно и эстетически развитые личности. Узкоспециализированные мелкие клерки, по отношению к которым иногда употребляется неологизм «офисный планктон», занимающие существенную долю человеческого потенциала современной системы управления, вряд ли могут являться надежной базой дальнейшего прогрессивного развития общества.

В настоящее время образование как важнейший источник умножения и потребления интеллектуального и культурного потенциала общества выступает одним из ведущих механизмов развития государства. Именно нынешние выпускники вузов будут

определять развитие науки, экономики и образования на протяжении следующих тридцати-сорока лет. От их профессионализма и интеллекта будет зависеть, избежит ли человечество в дальнейшем масштабных экономических, экологических кризисов. Развитие навыков моделирования, аналитического системного мышления можно и нужно осуществлять именно сейчас и средствами не только информатики, но и других учебных дисциплин.

Литература

-
1. Сиренко, С. Н. Образование, моделирование и компьютерный мир будущего / С. Н. Сиренко, А. В. Колесников // Инновационные технологии в образовании: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 21–22 мая 2009 г.: [Электронный ресурс] / Республиканский институт инновационных технологий. – Минск, 2009. – С. 371–374.
 2. Колесников, А. В. Повышение эффективности образования в вузе. Компьютеризация, когнитивный подход и организационное совершенствование : Монография / А. В. Колесников. – Минск : БИП-С Плюс, 2009. – 256 с.
 3. Колесников, А. В. Синергетика и образование XXI века / А. В. Колесников // Наука и образование на пороге III тысячелетия – The Science and Education on the Threshold of the 3rd Millennium: Тезисы докладов Международного конгресса (г. Минск, 3–6 октября 2000 г.) / НАН Беларуси. Минск, 2000. – С. 17.
 4. Колесников, А.В. Цикл комплексных лабораторных работ на ЭВМ с элементами синергетики /А.В. Колесников, С.Н. Сиренко // Информатизация образования – 2008: интеграция информационных и педагогических технологий = Informatization of education 2008: Integration of information and pedagogical technologies: материалы междунар. науч. конф., Минск, 22-25 октября 2008 г. / редкол.: И. А. Новик (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2008. – С. 266-268.
 5. Колесников, А.В. Лабораторный практикум на ЭВМ с элементами программирования и синергетики: учеб.-метод. пособие / А.В. Колесников. – Минск: БИП-С Плюс, 2009. – 100 с.
 6. Колесников, А. Игра «Стрелки» / А. Колесников // Компьютерные вести. – 2003. – 24 апреля. – С. 21.
 7. Сиренко, С.Н. Методические рекомендации по курсу «Основы информатики» для социологов: учебно-методическое пособие для студентов социально-гуманитарных специальностей: в 2 ч., Ч. 2 Табличный процессор Microsoft Excel / С.Н.Сиренко, Н.Б.Яблонская. – Минск: БГУ, 2008. – 48 с.

Development of system-analytical thinking in students of socially-humanitarian specialties means of computer modeling with elements of synergetic

S.N.Sirenko, Ph. D., the senior lecturer of faculty of the general mathematics and computer science BSU

Tel.: (017 209-5266, ssn27@mail.ru)

Belarusian state university

<http://www.bsu.by/>

A.V.Kolesnikov Ph. D., chief of the center of development of information technologies and innovative methods of training BIP

Тел.: (017 200-2282, andr61@mail.ru)

BIP – Institute of jurisprudence

<http://www.bip-ip.info/>

Actual task of modern education is to train broadminded people having skills to analyze, to systematize who are acquainted with basic ideas of modern science, in particular , with synergetic. To solve this educational supertask the authors worked out and approved the cycle of complex laboratory tests in two higher educational institutions of the Republic. This cycle combines training of complex skills with the elements of computer modeling and synergetic.

Keywords: system-analytical thinking, computer science, computer modeling, synergetic, self-organizing, system, artificial communities, artificial life, fractals, cellular automata.