

УДК 628.544:632:95

**ПРОГРАММА EASY GRAPH 2.0 – МЕТОДИКА ЕЕ СОЗДАНИЯ,  
НАЗНАЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ**

Ю.А. Олин

Канд. хим. наук О.И. Пономаренко

Канд. биол. наук К.С. Баишев

*В статье приводится информация о программе Easy Graph 2.0, предназначенной для экологического моделирования.*

**ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время моделирование экологических процессов приобретает все большее значение. Это определяется тем, что проведение эксперимента с природными объектами очень затруднительно. И более простым, продуктивным является создание математической модели функционирования исследуемого объекта.

Другим фактором интенсивного внедрения математического моделирования в экологию является большая группа методов, позволяющих описывать различные процессы, протекающие в природных экосистемах [3]. Так, очень широко для изучения многокомпонентных систем применяется метод ориентированных графов, основанный на теории графов. Помимо этого, данный процесс постоянно ускоряется в связи с развитием информационных технологий, которые представляют все более мощные средства для отображения и расчета экологических моделей [1].

Однако для Республики Казахстан, эта область науки прогностики, при решении различных экологических проблем находится в зачаточном состоянии. Хотя ее развитие открывает большие перспективы для поиска оптимальных путей стабилизации экологических систем. Развитие математического моделирования должно явиться одним из главных аспектов изучения изменений происходящих в экосистемах. Тем более, что не существует ограничений по применяемым методам построения моделей, а также создания программ для их расчета.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

Нами была создана программа Easy Graph 2.0 и проведено моделирование экологических изменений происходящих в бассейнах рек Малая и

Большая Алматинка. При разработке программы в качестве инструмента создания использовалась интегрированная среда разработки приложений Visual Studio 6.0. Visual Studio 6.0 является полным комплектом средств для создания многоуровневых приложений на основе компонентов. Она включает: Microsoft Visual Basic® 6.0, Visual C++® 6.0, Visual J++™6.0, Visual InterDev™ 6.0, Visual FoxPro® 6.0 [2].

Visual Studio 6.0, поддерживает все части цикла разработки программного приложения, а также логическое моделирование приложений на основе Unified Modeling Language (UML) с использованием Visual Studio Modeler. Быстрая разработка приложений поддерживается всеми компонентами пакета Visual Studio 6.0. Эти средства используют общий интерфейс, позволяя разработчикам сосредоточиться на разработке, а не на освоении нового средства. Все средства имеют возможности создания и использования компонентов COM (Component Object Model).

Visual Studio 6.0 включает улучшенные средства создания, компоновки и распределения приложений. Особое внимание следует уделить входящему в среду разработки Visual Studio 6.0 языку программирования Visual Basic 6.0. Данный язык программирования позволяет создавать программные продукты имеющие наиболее привлекательный интерфейс для пользователя, а также является доступным для специалистов не обладающими специальными знаниями в области программирования. Это полностью компилируемый язык, с нормальными структурными конструкциями, пользовательскими типами данных [4].

При решении поставленной задачи рассматривался лишь определенный вариант теории графов — ориентированные графы. Основа моделирования многокомпонентных задач — импульсные процессы. Сущность импульсного процесса состоит в том, что какой-либо вершине задается определенное изменение. Эта вершина актуализирует всю систему показателей, поэтому следует назвать ее активной или активизирующей. Таких вершин может быть несколько. Значения в вершинах будут меняться с каждым шагом имитации  $t$ , причем это изменение может быть определено согласно формуле:

$$V_J^T = V_J^{T-1} + \sum_{IJ} E_{IJ} \cdot P_I^{T-1}, \quad (1)$$

где  $V$  — временной шаг, за который происходит изменение в системе;  $E$  — весовой коэффициент;  $P$  — изменения, происходящие с каждым признаком ( $P_I^T = V_I^T - V_I^{T-1}$ ) [6].

После расчета всех итераций, строится график изменений, по которому смотрят динамику изменения состояния системы.

Дуги показывают влияние изменения одного показателя на изменение другого. Геометрически ориентированный граф изображается в виде набора вершин, обозначаемых кружками, и дуг, соединяющих эти вершины. Количество вершин представляемых в модели задается пользователем и не имеет какого-либо количественного предела. Вершины представляют собой изучаемые компоненты экологической системы. Длина дуг не имеет какого-либо значения [5].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результатом использования теории графов и среды разработки Visual Studio 6.0 явилось создание программы Easy Graph 2.0, предназначенной для моделирования экологических ситуаций. В качестве объекта моделирования были выбраны Малая Алматинка и Большая Алматинка.

Создание приложения Easy Graph 2.0 на языке программирования Visual Basic 6.0 включило следующие операции:

1. формулировка и вычленение последовательности управляемых событий приложения;
2. структурирование геометрических образов, управляемых событиями.

Схема работы программного приложения выглядит так:

1. В проекте есть несколько форм. На формах расположены объекты (то, что в Бейсике называется объектами управления).
2. При запуске приложения несколько форм загружаются в оперативную память, а одна, первая, выводится на экран.
3. Далее, при наступлении события первая, форма заменяется следующей и выполняются вычисления, предусмотренные в коде программы.
4. При наступлении нового события происходит то же, что и в п. 3.
5. Также существует событие и способ остановки приложения.

Событие вызывается пользователем (нажатие на клавишу, передвижение или щелчок мыши).

#### **Структура проекта следующая:**

Мы создали программу, Приложение (Application), а Visual Basic создаёт Проект (Project). По окончании создания проекта Visual Basic предлагает создать следующие файлы.

#### **Файл формы с расширением .frm**

Файл формы содержит список свойств формы и объектов, размещённых на ней, а также написанный нами код, управляющий формой и объектом. Можно даже загрузить этот файл в какой-нибудь простой тек-

стовый редактор типа WordPad Write.exe или редактора DOS edit.com или Norton Commander ncedit.exe не вставляющего в файл "лишних" символов, и редактировать его "вручную".

#### **Файл проекта с расширением .vbr**

Файл проекта содержит список значений констант, характеризующих проект.

#### **Файл рабочей области проекта с расширением .vbw**

Кроме того, автоматически Visual Basic создаст ещё один файл рабочей области проекта с тем же названием, которое Вы дали файлу проекта, но с расширением .vbw, содержащий числа, характеризующие расположение проекта на экране.

#### **Исполняемый файл проекта с расширением .exe**

Когда проект полностью готов, то, выбрав соответствующее указание в разделе "File" меню команд, создается .exe-файл, который можно использовать для запуска созданного приложения. Работа создаваемых приложений, обеспечивается специальными библиотеками msvbvm60.dll.

Для задания цвета графических объектов в Visual Basic использовалась специальная функция RGB. После создания программы можно вывести всю текстовую, табличную и графическую информацию на принтер, используя метод PrintForm, а можно переместить все данные в Microsoft Excel (что является более удобным).

Таким образом, данный пакет представляет собой, по нашему мнению, наиболее подходящее средство для создания программ связанных с расчетом экологических моделей.

Созданная нами программа Easy Graph 2.0 работает в среде Windows 98 2000, а ее использование включает в себя несколько процедур. Установка программы производится посредством запуска файла setup.exe. После установки программы, ее запуск осуществляется из меню Пуск – Программы – Easy Graph 2.0.

После запуска программы Easy Graph 2.0 появляется диалоговое окно, предлагающее пользователю открыть файл, содержащий уже готовую модель или создать новую, предварительно задав необходимое количество показателей в окне «количество показателей», а также их название. После завершения вышеописанных действий необходимо нажать кнопку «далее».

Нажав данную кнопку, пользователь переходит в окно построения графа. Чтобы задать модель необходимо нажать кнопку «построить граф» - «взвешенный граф». Далее появляется окно в котором создается модель посредством задания вершин и указанием в них прямых и обратных связей [4].

После построения модели необходимо закрыть окно построения, кликнув на кресте в правом верхнем углу и сохранить построенный орграф, нажав кнопку «сохранить». Процесс построения орграфа включает в себя следующие действия:

1. расположение вершин в рабочей области, путем перетаскивания их мышью;
2. соединение вершин дугами, посредством двойного нажатия мышью сначала на одну вершину, а затем на другую.

После построения модели пользователь может просмотреть матрицу смежности, нажав кнопку «матрица смежности», расположенную в правой нижней части окна программы Easy Graph 2.0, табл. 1, 2.

Таблица 1

Матрица смежности для реки Большая Алматинка

i\j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Для задания начальных условий созданной модели, необходимо нажать кнопку «дальше». После этого пользователь попадает в окно «задание начальных условий».

Все введенные пользователем показатели располагаются в окне «показатели», расположенном в левой части программы. Выделяя показатель, задаем начальное изменение. Затем, когда введено начальное значение показателя, вводим в правой части окна программы в окне «активизирующие показатели» начальные изменения активизирующих показателей. После загрузки каждого показателя нажимаем клавишу ввод.

Матрица смежности для реки Малая Алматинка

i\j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
16	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Чтобы перейти в окно «начало расчета» необходимо нажать кнопку «далее». Перед пользователем появится окно, содержащее меню «шаги имитации», где необходимо задать период, который охватит моделирование. А затем кликнуть на кнопке «расчет».

Далее появляется графическое отображение загруженной пользователем матрицы, табл. 3. Расчет модели на этом этапе закончен. Однако рекомендуется воспользоваться кнопкой «экспорт в Excel». После выполнения данной процедуры, результаты расчета оказываются в табличном редакторе «Excel». Далее, используя мастер построения диаграмм, строим по полученным результатам расчета график изменения качественных изменений в системе (с графическим отображением результатов моделирования можно ознакомиться в [4]).

Таким образом, разработанная нами программа представляет собой полноценный инструмент для расчета экологических моделей и прогнозирования изменений происходящих в экосистемах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берж К. Теория графов и ее применение. - М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1962. – С. 58 – 60.
2. Вилле К. Дальнейшее развитие Visual studio 6.0. – М.: Infocity, 2001.-

Матрица результатов моделирования процессов изменения качества вод реки Малая Алматинка

	0		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	V(i)	P(i)	V(i)	P(i)	V(i)	P(i)	V(i)	P(i)	V(i)	P(i)	V(i)	P(i)	V(i)	P(i)	V(i)	P(i)	V(i)	P(i)	V(i)	P(i)	V(i)	P(i)
р. М. Алма-тинка	0,0	0,0	-111,0	-111,0	-227,0	-116,0	-439,0	-212,0	-577,0	-138,0	552,5	1130,0	2188,0	1636,0	7353,0	5164,0	11476,0	4124,0	5108,0	-6368,0	-15651,0	-20759,0
БПК	1,0	1,9	33,0	32,0	70,0	36,9	-7,2	-77,2	-173,0	-166,0	-516,0	-343,0	-1069,0	-553,0	-772,0	297,6	923,8	1696,0	7195,0	6271,0	18064,0	10869,0
ХПК	2,0	5,0	4,0	2,0	5,9	2,0	-78,1	-84,0	-162,0	-84,0	-560,0	-398,0	-977,0	-417,0	-434,0	542,8	474,0	908,1	7042,0	6568,0	14556,0	7515,0
Фосфаты	0,0	0,0	-5,0	-5,0	-10,0	-5,0	-118,0	-108,0	-231,0	-113,0	-475,0	-244,0	-650,0	-175,0	456,0	1106,0	2152,0	1695,0	7221,0	5070,0	11524,0	4303,0
Нитраты	0,0	0,0	4,8	4,8	9,6	4,8	-106,0	-116,0	-227,0	-121,0	-648,0	-422,0	-1006,0	-357,0	-557,0	448,1	530,0	1087,0	7089,0	6559,0	13832,0	6743,0
Нитриты	0,0	4,8	0,4	0,4	0,9	0,4	-100,0	-101,0	-207,0	-106,0	-644,0	-438,0	-1018,0	-374,0	-729,0	289,1	194,4	923,4	6100,0	5905,0	12238,0	6138,0
Стронций	0,0	0,4	5,0	5,0	10,1	5,0	-100,0	-110,0	-215,0	-115,0	-634,0	-419,0	-989,0	-355,0	-696,0	292,9	231,1	927,3	5974,0	5743,0	11945,0	5971,0
Цинк	0,0	0,3	0,4	0,4	0,9	0,4	-105,0	-106,0	-215,0	-111,0	-614,0	-399,0	-949,0	-335,0	-659,0	289,7	264,7	924,0	6121,0	5856,0	12205,0	6084,0
Ионы аммония	0,0	0,0	0,3	0,3	0,7	0,3	-75,9	-76,6	-157,0	-81,5	-578,0	-421,0	-935,0	-357,0	-536,0	399,1	497,3	1033,0	6279,0	5781,0	12288,0	6009,0
СПАВ	0,0	0,0	34,0	34,0	68,0	34,0	-35,1	-103,0	-143,0	-108,0	-475,0	-332,0	-742,0	-267,0	-415,0	327,4	546,7	961,8	6603,0	6056,0	12892,0	6289,0
Взвешенные вещества	5,0	34,0	12,5	7,5	20,1	7,5	-22,9	-43,0	-70,9	-47,9	-452,0	-381,0	-769,0	-317,0	-276,0	492,9	855,8	1132,0	6776,0	5920,0	12841,0	6064,0
рН	6,9	7,5	40,9	34,0	74,9	34,0	8,9	-66,0	-62,0	-71,0	-367,0	-305,0	-603,0	-236,0	-174,0	428,6	804,6	979,0	6977,0	6173,0	13114,0	6137,0
Нефтепродукты	0,0	0,0	37,5	37,5	75,0	37,5	25,0	-50,0	-25,0	-50,0	-345,0	-320,0	-684,0	-339,0	-169,0	515,4	712,0	880,8	6680,0	5968,0	13556,0	6876,0
ОМЧ	1,0	10,0	35,0	27,0	67,0	32,0	25,4	-41,6	-105,0	-131,0	-414,0	-309,0	-933,0	-519,0	-558,0	375,3	1216,0	1773,0	7459,0	6244,0	18301,0	10842,0
E. coli	2,0	27,0	32,9	31,9	64,9	31,9	12,9	-52,0	-34,2	-47,1	-365,0	-331,0	-800,0	-435,0	-322,0	477,3	241,3	563,7	6079,0	5837,0	13671,0	7593,0



4. Кузнецов Г.А. Экология и будущее: Анализ философских оснований глобальных прогнозов. - М: МГУ, 1988. - 160 с.
5. Олин Ю.А., Пономаренко О.И., Баишев К.С. Моделирование процессов загрязнения вод рек Малая и Большая Алматинка // Гидрометеорология и экология. – 2003. – №4. – С. 121 –128.
6. Потапов Л.К. Visual Basic 6.0. /Руководство для программиста/. – БХВ – СПб, 2000. – 43 с
7. Харари Ф. Теория графов. - М.: Мир, 1973. - 87 с.
8. Чепурных Н.В., Новоселов А.Л. Планирование и прогнозирование природопользования. - М.: Интерпракс, 1995. – 154 с.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

**EASY GRAPH 2.0 – БАҒДАРЛАМАСЫН ЖАСАУ ӘДІСІ, ОНЫҢ  
МАҚСАТЫ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРДЫ МОДЕЛЬДЕУДЕ  
ҚОЛДАНЫЛУЫ**

Ю.А. Олин

Химия ғылымд. канд. О.И. Пономаренко

Биол. ғылымд. канд. К.С. Баишев

*Бұл мақалада экологиялық модельдеуге арналған Easy Graph 2.0 бағдарламасы жайлы ақпарат келтірілген.*