

УДК 004.588:004.8

В.Ю. Высоцкий, магістр,
В.Д. Гогунский, д-р техн. наук, проф.,
Одес. нац. политехн. ун-т

РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩИХ ПРОГРАММ В ВИРТУАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СРЕДЕ

В.Ю. Высоцкий, В.Д. Гогунский. **Розробка навчальних програм у віртуальному комп'ютерному середовищі.** Застосовано принцип розробки навчальних програм, які генерують на основі встановлених правил випадкові набори представлення навчальних чи тестових елементів. Показано реалізацію даної технології для формування навчальних або тестових завдань.

Ключові слова: навчальні програми, дистанційне навчання, параметризоване питання, віртуальне середовище, тестові завдання.

В.Ю. Высоцкий, В.Д. Гогунский. **Разработка обучающих программ в виртуальной компьютерной среде.** Применен принцип разработки обучающих программ, генерирующих на основе заданных правил случайные наборы представления обучающих или тестовых элементов. Показана реализация данной технологии для формирования обучающих или тестовых заданий.

Ключевые слова: обучающие программы, дистанционное обучение, параметризуемый вопрос, виртуальная среда, тестовые задания.

V.Yu. Vysotskiy, V.D. Gogunskiy. **Development of learning programs in virtual computing environment.** Applied is the principle of designing educative programs, generating the random sets of the learning or testing elements representation on the basis of given rules. Realization of this technology for forming the learning or testing tasks is shown.

Keywords: learning programs, distance learning, parameterized question, virtual environment, test tasks.

Диалоговое обучение и тестирование являются основным средством оценки и самооценки знаний обучающихся при автоматизированном обучении [1]. Все ведущие платформы дистанционного обучения поддерживают создание и доставку онлайн-тестов, разработанных на основе фиксированного набора вопросов. Развитие данной составляющей автоматизированного обучения протекает в нескольких направлениях [1]. Одним из наиболее перспективных является разработка обучающих программ в виртуальной компьютерной среде с элементами искусственного интеллекта. Для любого вида обучения ключевым вопросом является контроль усвоения знаний обучаемым, одним из наиболее распространенных методов контроля знаний является тестирование. Для составления качественных тестовых заданий требуются большие трудозатраты и ресурсы систем тестирования [2].

Общее направление предлагаемого исследования состоит в том, чтобы при помощи параметризуемых вопросов сократить трудоемкость составления тестовых заданий, повысить уровень подготовки обучаемых при дистанционном обучении, исключить возможность списывания результатов и увеличить срок использования заданий в процессе обучения и контроля знаний без внесения изменений в эти задания. Применение тестовых заданий с параметризуемыми вопросами проведено в области обучения программированию. Оценка знания программирования отлична от оценки знаний в областях, "основанных на формулах". Также немаловажной целью является научить студентов понимать программы, уметь разбираться в готовых программах, а при необходимости произвести реинжиниринг программы в соответствии с требованиями. Для решения указанных задач разработана система тестов по основным конструкциям языка программирования.

Параметризуемый вопрос по существу представляет собой шаблон вопроса. В шаблон встроены переменные блоки — учебные элементы, значение которых определяется генерато-

ром случайных чисел. В момент выдачи шаблон дополняется параметром, значение которого генерируется в заранее установленных границах. Каждый шаблон способен произвести значительное количество вопросов. Таким образом, в режиме тестирования на основании малого количества шаблонов вопросов может быть организована оценка знаний большой группы студентов, при этом сохраняя индивидуальность вопросов. Более того, один и тот же шаблон при незначительных доработках может быть использован в различных формах учебного процесса: контроль знаний, тренировка, обучение и самоподготовка. В режиме тренировки вопрос может быть многократно использован с различными значениями параметра, позволяя обучаемым достигать высокого уровня знания. Параметризуемые вопросы, обладая защитой от списывания, приобретают возможность повторного использования и не теряют педагогическую ценность на протяжении долгого периода времени, что позволяет организовывать на их основе библиотеки тестов, повторно используемые в разных дисциплинах и разных семестрах.

Индивидуализируемые вопросы подробно исследованы специалистами в области обучающих технологий. В настоящее время они стали одним из перспективных направлений развития дистанционного обучения. Авторы ряда систем ставили задачу исследовать использование индивидуализируемых вопросов с разных сторон. Многообещающая модель была предложена в системе *САРА* [3,4]. Ее авторы не ограничивали круг задач лишь созданием нового средства для авторизации и администрирования индивидуализируемых упражнений; они также провели ряд подробных дидактических исследований этой технологии. Индивидуализируемые упражнения могут существенно снизить процент списывания, увеличить уровень усвоения обучаемым учебного материала, что должно привести к повышению результатов итогового контроля [4]. Известна система *QuizPACK*, позволяющая создавать индивидуализируемые вопросы с численными значениями параметров [5]. Такие вопросы успешно использованы в качестве технологии оценки знаний в таких областях, как физика, химия или математика, где вопрос может базироваться на параметризуемой формуле.

Система тестов оформлена в виде динамических индивидуализируемых упражнений для студентов, изучающих программирование. Важнейшей особенностью текущей системы тестов является использование численных и текстовых значений параметров. Текстовые значения параметров значительно разнообразят содержательную часть вопросов, при этом у обучаемых не появляется даже мысли, чтобы собирать ответы или подстраиваться к логике работы теста.

В настоящее время разработано 7 тестов по следующим основным разделам дисциплины «Язык программирования Visual Basic»: условный оператор, операторы цикла, циклическая обработка массивов, операторы ввода, операторы вывода, подпрограммы типа Function, подпрограммы типа Sub.

Все тесты характеризуются общей схемой диалогового интерфейса и различной текстовой составляющей.

Каждый тест состоит из пяти вопросов и охватывает материал от одной до трех лекций. Каждый вопрос представляет собой фрагмент программы с исходными данными, а обучаемый должен вычислить результат выполнения фрагмента и ввести числовой ответ. Каждое число в исходных данных формируется случайным образом. Инвариантность вопросов задает небольшая программа, которая собирается из отдельных блоков, компокуемых случайным образом. Пример организации простейшего вопроса по теме «Условный оператор языка программирования» приведен на рис. 1.

В этом вопросе параметризируются знаки, выделенные цветом. В квадратных скобках и в выносках указаны элементы, которые случайным образом выбраны для формирования фрагмента. Правильный ответ к вопросу вычисляется по мере формирования вопроса или после вывода вопроса. Здесь нет необходимости хранить наборы ответов, количество возможных фрагментов, вариантов вопросов и ответов очень большое. В качестве числовых параметризуемых элементов использованы простые числа. Это позволяет вычислять результат вручную без применения вспомогательных вычислительных средств.

В приведенном примере использовано 7 параметризуемых учебных элементов. Два числовых элемента могут принимать 11 возможных значений. Элемент в квадратных скобках может принимать два значения: он присутствует в вопросе или нет. Приведенная на рисунке 1 конструкция вопроса допускает $11 \cdot 11 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 7 = 415030$ вариантов примера программы.

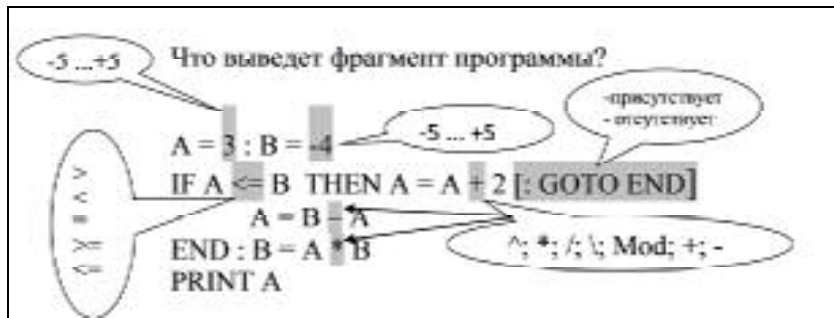


Рис. 1. Организация инвариантности вопроса

Последующие вопросы в тесте возрастают по сложности конструкции. Инструменты обучаемого для управления тестированием хорошо видны на рис. 2.

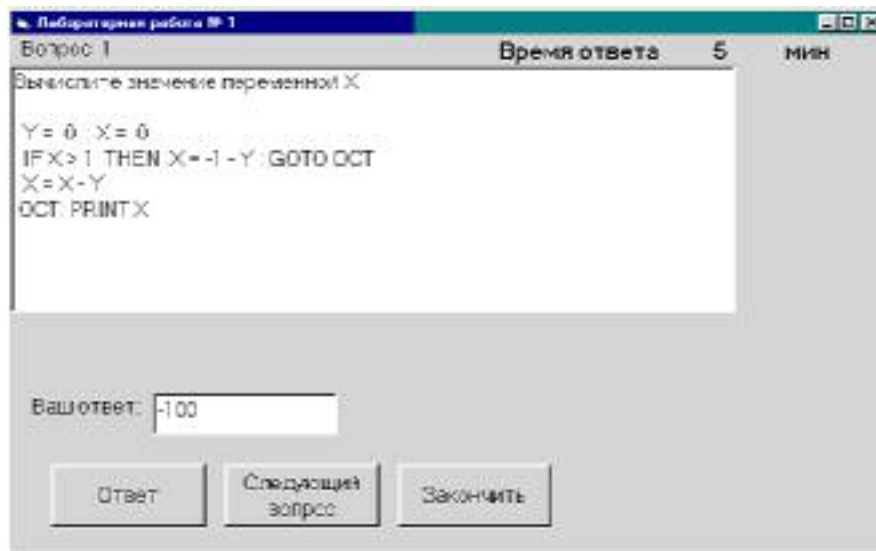


Рис. 2. Пример экранной формы с текстом задания

Вместо ввода ответа обучаемый может выбрать следующий вопрос. После пятого вопроса можно повторно выйти на первый вопрос и т.д. При повторном обращении к вопросу генерируется новый вариант исходных данных и новый фрагмент программы. В статистике ответов на один номер вопроса сохраняется последний ответ (правильный или неправильный).

Для случайного выбора объектов задания используется системное время. Выбирая из показаний таймера вторую и третью значащие цифры в дробной части, получаем данные с равномерным законом распределения.

Программно контролируется общее время ответа. На тест из пяти вопросов отводится 20 мин. При завершении отведенного времени выводится итоговое сообщение с оценкой и анализом статистики. Заканчивается тестирование по инициативе обучаемого нажатием кнопки “Закончить” или по истечении отведенного на тест времени. Оценка за выполнение теста вычисляется как сумма правильных ответов.

Каждый тест может работать в одном из трех режимов: контроль знаний, обучение (тренировка) и отработка практических навыков по теме, создание текстовых файлов — копий ответов.

Последний режим работы предназначен для преподавателя и скрыт от обучаемых. Выбор режима осуществляется обучаемым в титульном экране после прочтения вводных текстов (рис. 3).



Рис. 3. Вид титульного экрана к тестам

Режим контроля знаний. При разработке подсистемы для контроля знаний учтены и реализованы следующие психолого-педагогические требования:

- обучаемый вместе с оценкой должен получать характеристику его знаний учебных элементов;
- на любой контроль знаний, а на тестирование особенно, отводится ограниченное время;
- во время тестирования ответы обучаемого не комментируются.

Первое требование накладывает ограничение на количество вопросов в тесте. Для эффективной обратной связи количество вопросов в тесте не должно превышать 5...10 [1]. В описываемой системе использовано по 5 вопросов в тесте.

Для удовлетворения второго требования введен программный контроль времени ответа на тест. Для обучаемого время ответа выводится вместе с вопросом в верхней части экранной формы. Для управления процессом тестирования обучаемому предоставлены три кнопки (см. рисунок 2). Эти средства позволяют многократно отвечать на вопросы теста в пределах отведенного времени на.

Режим обучения (тренировки). Свободное посещение занятий потребовало многократно объяснения правил выполнения фрагментов, отдельных операторов и конструкций языка программирования. Это привело к потребности сделать из теста тренажер и источник учебного материала. В тест к режиму контроля знаний добавлен режим обучения. В режиме обучения обучаемому демонстрируется окно-подсказка с описанием последовательности выполнения операторов фрагмента, числовыми преобразованиями и правильным ответом (рис. 4). Отдельные операторы сопровождаются комментариями с учебными текстами, названием оператора и его назначением. В режиме обучения инструменты управления диалогом остаются, отсутствуют временные ограничения, в итоговом сообщении оценка не вычисляется.

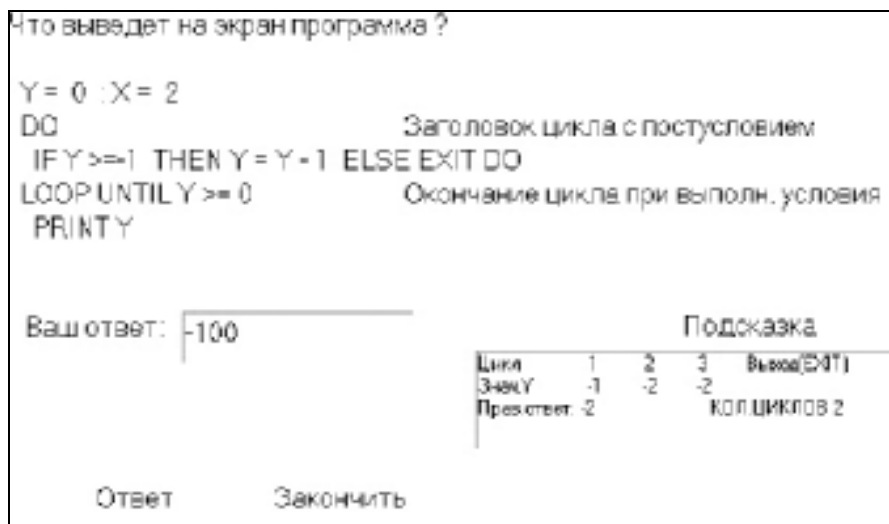


Рис. 4. Пример тренировочного задания

Режим создания текстового файла. Этот режим предназначен для автоматизации методической работы преподавателя. В текстовом файле формируются билеты с пятью вопросами с ответами. Количество билетов определяется преподавателем. Результирующий файл в дальнейшем можно редактировать и печатать любым редактором.

Помимо этого, одним из важных аспектов при использовании обучающих систем является простота использования, достижение автономности и обеспечение максимальной совместимости при использовании на различных компьютерах. Для этого, при реализации программной среды приложения использована виртуализация приложения. Для виртуализации приложения создается специальный контейнер, содержащий в себе саму среду приложения, компоненты необходимые для работы приложения, и программное обеспечение виртуализатора. При запуске контейнера приложения виртуализатор определяет, какие требуются компоненты ОС и эмулирует их, таким образом создается необходимая специализированная среда приложения и обеспечивается изолированность работы этого приложения. Изолированная виртуальная среда для приложения позволяет сделать систему тестирования более гибкой и простой для использования на разных компьютерах, что упрощает и ускоряет процесс проведения дистанционного тестирования. Кроме того, изолированность приложения позволяет повысить уровень защиты приложения от несанкционированного вмешательства.

Метод организации составления заданий при минимальном наборе шаблонов позволяет добиться максимального набора вопросов для обучаемого, что, в свою очередь, позволяет сократить трудозатраты на составление качественных тестовых заданий, компьютерные ресурсы среды обучения, исключить возможность списывания. Кроме того, большое количество возможных вариантов генерации вопросов позволяет использовать задания на протяжении длительного периода времени без риска повторения этих заданий. Стоит отметить, что данная технология позволяет помочь обучаемым разбираться в готовых программах и производить их реинжиниринг.

Предложенная технология индивидуализируемых вопросов с параметрами легко распространяется на другие языки программирования. Для этого достаточно изменить шаблоны вопросов. С незначительными изменениями алгоритма тестов технология с успехом может использоваться в различных технических дисциплинах. Так же необходимо отметить, что перспективным направлением для применения данного метода является виртуальная среда обучения с применением элементов искусственного интеллекта. Использование параметризованных вопросов в среде с элементами искусственного интеллекта поможет упростить механизм составления заданий, проводить анализ качества заданий, вести учет результатов тестирования,

оценивать уровень испытуемых, на основе имеющихся и получаемых данных формулировать траекторию обучения.

Литература

1. Sosnovsky, S. Web-based Parameterized Questions as a Tool for Learning, in Allison Rossett / S. Sosnovsky, O. Shcherbinina, P. Brusilovsky // Proc. of E-Learn 2003, Phoenix, Arizona USA. — 2003. — November, 7–11. — P. 2151 — 2154.
2. Крисілов, В.А. Методика аналізу педагогічних тестів по результатам тестування / В.А. Крисілов, Т.В. Онищенко, Н.В. Русінова // Тр. Одес. політехн. ун-та. — Одеса, 2007. — Вип. 2 (28). — С. 198 — 203.
3. Brusilovsky, P. Course Delivery Systems for the Virtual University / P. Brusilovsky, P. Miller // Access to Knowledge: New Inform. Technologies and the Emergence of the Virtual Univ. — Amsterdam: Elsevier Science, 2001. — P. 167 — 206.
4. Merat, F.L. World Wide Web approach to teaching microprocessors / F.L. Merat, D. Chung // FIE'97. Frontiers in Education Conference. — Stipes Publishing L.L.C. — 1997. — P. 838 — 841.
5. Titus, A.P. Web-based testing in physics education: Methods and opportunities / A.P. Titus, L.W. Martin, R.J. Beichner // Computers in Physics. — 1998. — Vol. 12 (Mar/Apr). — P. 117 — 123.

References

1. Sosnovsky, S. Web-based Parameterized Questions as a Tool for Learning, in Allison Rossett / S. Sosnovsky, O. Shcherbinina, P. Brusilovsky // Proc. of E-Learn 2003, Phoenix, Arizona USA. — 2003. — November, 7–11. — P. 2151 — 2154.
2. Krisilov, V.A. Metodika analiza pedagogicheskikh testov po rezul'tatam testirovaniya [Methods of Analyzing Pedagogical Tests by the Test Results] / V.A. Krisilov, T.V. Onishchenko, N.V. Rusinova // Tr. Odes. politekhn. un-ta [Transact. of Odessa Polytech. Univ.] — Odessa, 2007. — Issue 2 (28). — PP. 198 — 203.
3. Brusilovsky, P. Course Delivery Systems for the Virtual University / P. Brusilovsky, P. Miller // Access to Knowledge: New Inform. Technologies and the Emergence of the Virtual Univ. — Amsterdam: Elsevier Science, 2001. — P. 167 — 206.
4. Merat, F.L. World Wide Web approach to teaching microprocessors / F.L. Merat, D. Chung // FIE'97. Frontiers in Education Conference. — Stipes Publishing L.L.C. — 1997. — P. 838 — 841.
5. Titus, A.P. Web-based testing in physics education: Methods and opportunities / A.P. Titus, L.W. Martin, R.J. Beichner // Computers in Physics. — 1998. — Vol. 12 (Mar/Apr). — P. 117 — 123.

Рецензент д-р техн. наук, проф. Одес. нац. політехн. ун-та Крисілов В.А.

Поступила в редакцію 25 мая 2011 г.