
ИННОВАЦИОННЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ
ПРОДУКТЫ В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ

УДК 372.851

**ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
ОБУЧАЮЩИХ КУРСОВ В ПРЕПОДАВАНИИ ВЫСШЕЙ
МАТЕМАТИКИ В ВУЗЕ**

И. Н. Вербицкая

*Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза
Н. Г. Кузнецова (филиал, г. Калининград)
Россия, 236000, г. Калининград, Советский проспект, 82;
e-mail: i_verbitskaya39@mail.ru*

Сообщается о создании и использовании автоматизированных обучающих курсов при обучении математике. Приводятся их особенности и итоги применения в учебном процессе.

Ключевые слова: обучение математике, автоматизированные обучающие курсы, Delphi.

Преподаватели математики в вузах не склонны передоверять свои функции компьютерам, зачастую возражая против этого категорически и не пытаясь вникнуть в резоны противоположной точки зрения. Однако современные реалии настойчиво напоминают о возможностях прикладных программ для персональных компьютеров (ПК) как средства обучения в любых сферах человеческой деятельности. Становится трудно игнорировать их и при обучении математике. Возможно, противники автоматизированного обучения изменят своё отрицательное к нему отношение, ознакомившись без предвзятости с содержанием этой статьи.

На кафедре математики Балтийского военно-морского института, ныне филиала ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова» (г. Калининград), уже около десяти лет используются в учебном процессе автоматизированные учебные курсы, обеспечивающие обучение по отдельным темам дисциплины «Математика». На кафедре разработаны и внедрены в учебный процесс компьютерные программы, которые мы условно делим на две подгруппы:

— автоматизированные обучающие курсы (АОКи) для проведения практических занятий в сетке учебного расписания по следующим темам дисциплины «Математика»: «Алгебра событий», «Функция-1», «Функция-2», «Вероятность события», «Интегрирование методом подведения под знак дифференциала»;

— автоматизированные учебные курсы (АУКи), используемые вне сетки расписания учебных занятий для обучения, тренировки и контроля знаний курсантов по разделам: «Элементы векторной алгебры», «Прямая на плоскости», «Плоскость и прямая в пространстве».

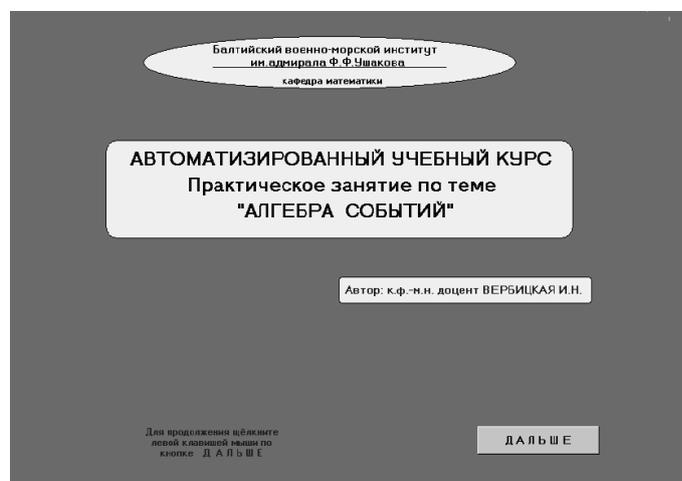
Программа по математике рассчитана на 456 часов аудиторных занятий, теоретический учебный материал излагается традиционно на лекциях, а автоматизированное обучение используется только для приобретения устойчивого навыка в решении задач по вышеназванным темам.

Для автоматизированного обучения выбраны те темы, для усвоения которых учащиеся должны решить большое количество сравнительно простых задач, посильных каждому, но требующих кропотливой индивидуальной работы. Такие темы курсант усваивает лучше, работая в удобном для него темпе самостоятельно в рамках автоматизированного обучающего курса.

Выбор тем был обусловлен также следующими соображениями:

- тема должна быть основополагающей в соответствующем разделе: для успешного усвоения этого раздела каждый курсант должен приобрести устойчивые навыки по решению задач данной темы;
- учебный материал должен быть посильным для самостоятельного усвоения учащимися;
- специфика учебного материала диктует необходимость индивидуализации процесса предъявления учебных доз и практических заданий, поскольку задачи по теме разнообразны и многочисленны, и одни курсанты решают их сравнительно легко и быстро, а другим требуется больше времени на обдумывание решения;
- ответы в задачах легко формулируются и не требуют от обучаемого затраты усилий на адаптацию ответа к какому-либо специфическому виду, приемлемому для ПК.

Все авторские программы для автоматизированного обучения написаны на алгоритмическом языке Object Pascal в системе объектно-ориентированного программирования Delphi, но их исполняемые файлы не требуют наличия этой системы в программном обеспечении ПК.



Программа каждого АОКа обеспечивает возможность конструктивного живого диалога обучаемого с ПК и решения в процессе этого диалога поставленной учебной задачи по соответствующей теме из учебной программы дисциплины «Математика».

Архитектура АОКов традиционна. Вначале на экране представляются

информационные кадры, содержащие сведения о курсе.

Работу с учебным материалом предваряет фрагмент, содержащий приветствие, обращенное к курсанту, краткое вступление к теме и формулировку цели работы с автоматизированным курсом.

Курсы самодокументированы, то есть не требуют никаких дополнительных пособий для работы с ними. Все необходимые сведения из теории и подробное разъяснение решения типовых задач предъявляются курсанту на экране терминала в рамках АОКа.

В зависимости от объёма теоретического материала, необходимого на практическом занятии, он komponуется в АОКах по-разному. Так, АОК «Вероятность события» содержит три отдельных блока, в которых рассматриваются теоретические сведения и примеры решения типовых задач, связанные соответственно со статистическим, классическим и геометрическим способами вычисления вероятности. Блок, в котором рассматривается классическая формула для вычисления вероятности, сопровождается исторической справкой. Из этой справки становится понятной целесообразность решения на начальном этапе знакомства с теорией вероятностей задач, связанных с различными исходами в азартных играх. Информационная составляющая блока на экране терминала имеет вид:

Классическая формула для вероятности события

Классическая формула для вычисления вероятности события

Пусть все исходы A_i ($i = \overline{1, n}$) опыта равновозможны, несовместны и образуют полную группу событий. Исходы опыта, обладающие этими тремя свойствами, называются случаями (иначе "шансами"), а сам опыт – сводящимся к схеме случаев (иначе "к схеме урн").

Предположим, что событие A может появиться в результате опыта, сводящегося к схеме случаев. Назовём случай A_i благоприятствующим событию A , если появление этого случая влечёт за собой появление события A .

Классическая формула для вычисления вероятности события A имеет вид

$$P(A) = \frac{m}{n},$$

где m – число случаев, благоприятствующих событию A ,
 n – число всех возможных случаев.

Ещё раз подчеркнём, что применение этой формулы возможно только, если все различные исходы опыта – "случаи", то есть в силу особенностей опыта объективно одинаково возможны. Именно поэтому первоначально теория вероятностей получила развитие на схемах азартных игр, которые предполагали равную возможность выигрыша для каждого игрока.

Первые книги, содержащие непосредственный подсчёт вероятности по классической формуле, назывались:

"Об азартных играх" (Кардано, XVI век),
 "Рассуждение об игре в кости" (Галилей, XVII век),
 "О расчётах в азартной игре" (Гюйгенс, 1657 г.).

Но уже в 1812 году в первом учебнике по теории вероятностей Лаплас писал:

"Замечательно, что науке, начинавшейся с рассмотрения азартных игр, суждено было стать важнейшим объектом человеческого знания."

И хотя сегодня теория вероятностей имеет столько же общего с азартными играми, как и современная геометрия с измерением площадей при земельных работах, решение задач, связанных с различными исходами в азартных играх, считается полезным при первоначальном знакомстве с понятием **ВЕРЯТНОСТИ**.

"Схемы азартных игр дают **ИСКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ПО ПРОСТОТЕ И ПРОЗРАЧНОСТИ МОДЕЛИ СЛУЧАЙНЫХ ЯВЛЕНИЙ**, позволяющие в наиболее отчётливой форме наблюдать и изучать управляющие ими закономерности."
 (Е.С.Вентцель)

ДАЛЬШЕ

В АОКе «Функция» теория предъясняется «порциями», которые соответствуют изучаемым свойствам функций. Например, задачи, связанные со свойством монотонности функции, предваряются слайдом «Монотонные функции», на котором приведены определения возрастающей, убывающей, неубывающей, невозрастающей функций и соответствующие примеры графиков. После определения понятия сложной функции даются его разъяснения на примерах, показанных на приведённом фрагменте слайда:

Примеры. ① Функция $y = \arctg(x+1)^4$ – сложная функция, составленная из трёх звеньев: обратной тригонометрической функции $y = \arctg(u)$, степенной функции $u = t^4$ и линейной функции $t = x+1$.

② Рассмотрим теперь похожую внешне, но совсем иную функцию $y = \arctg^4(x+1)$. Чтобы не ошибиться в том, какая из функций является внешней в этом случае, представим заданную сложную функцию в равносильной форме $y = (\arctg(x+1))^4$. Введём обозначения

$$y = \underbrace{(\arctg \underbrace{(x+1)}_t)}_u^4.$$

Теперь понятно, что внешняя функция $y = u^4$ является степенной, следующее за ней звено в цепочке $u = \arctg(t)$ – обратная тригонометрическая функция, а завершающим звеном цепочки является линейная функция $t = x+1$.

Обратите пристальное внимание на разницу в последовательности звеньев, из которых составлены сложные функции в примерах 1 и 2 !!!

Самостоятельно изучив теорию, курсант знакомится с типовыми задачами по теме и подробным объяснением их решения. О степени подробности разъяснений можно судить, например, по содержанию соответствующих фрагментов, предъясняемых в АОКе «Интегрирование методом подведения под знак дифференциала»:

Пример 3. Найти интеграл $\int \frac{x}{x^2+1} dx$.

Решение. Производная знаменателя равна $2x$, то есть

$$d(x^2+1) = (x^2+1)' dx = 2x dx.$$

Проверяем, есть ли это выражение под знаком интеграла. Видим, что под знаком интеграла есть $x dx$, но не хватает множителя 2. Его можно получить, домножив и разделив интеграл на 2. Поэтому

$$\int \frac{x}{x^2+1} dx = \frac{1}{2} \int \frac{2x}{x^2+1} dx = \frac{1}{2} \int \frac{d(x^2+1)}{x^2+1} = \left. \begin{array}{l} \text{по табличной} \\ \text{формуле:} \\ \int \frac{du}{u} = \ln|u| + C \end{array} \right| = \frac{1}{2} \ln(x^2+1) + C.$$

Изучив теорию и разобрав решение типовых задач в удобном для себя темпе, «с чувством, с толком, с расстановкой», курсант переходит к самостоятельной работе. Первые предлагаемые ему задачи сравнительно простые, их решение носит характер разминки, они призваны адаптировать учащихся к работе на ПК и помочь им мобилизовать внимание и интеллект. За разминкой следуют более серьёзные задачи по теме.

Программно предусмотрены гибкая система реагирования на возможные ошибки и неточности в ответе курсанта (неполный ответ, наличие в ответе лишних элементов и проч.) и формирование соответствующих комментариев.

Постепенно задачи усложняются, для их выполнения курсанту может потребоваться помощь или возврат к недостаточно усвоенным вопросам теории. АОК предоставляет эти возможности. Далее приводится фрагмент экрана с информацией о предоставляемых возможностях в АОКе «Функция»:

В зависимости от сложности задачи Вам даётся одна или две попытки ответа. При решении задач Вы сможете использовать клавишу "9 - 1 - 1" для возврата к теории и типовым примерам, а в некоторых случаях – подсказку компьютера. Обращение к подсказке и возврат к теории не влияют на Ваш текущий рейтинг и на итоговую оценку работы, так что можете активно ими пользоваться.

ИЩИТЕ И ОБРЯЩЕТЕ ...
(Евангелие от Матфея, 7.7),

Не учась и лаптя не сплетёшь.
(Русская народная пословица).

В последующих фрагментах на форме рядом с текстом задачи появляются клавиши с красноречивыми надписями «9 – 1 – 1», «ПОДСКАЗКА!!!», которые обеспечивают переход программы в соответствующий режим.

При обращении к подсказке на экране с текстом задачи разворачивается поле с информацией, реализующей по сути дела принцип программированного обучения.

Далее приводится вид экрана в случае, когда учащийся, имевший две попытки ответа на вопрос задачи, оба раза дал неправильный ответ. Вместе с комментарием к ответу на экране появляется подробное решение задачи с геометрической иллюстрацией к нему.

Нахождение области определения функции

Задача 23.
Найти область определения функции

$$y = \frac{1}{\sqrt{6-x^2+5x}}$$

Ответ введите в виде промежутка числовой оси.
Например, [a,b], (a,b), [a,b) или (a,b].
Если промежутков несколько, разделите их пробелом.

[1;6]

9 - 1 - 1

ПОДСКАЗКА !!!

1) подкоренное выражение должно быть неотрицательным, а знаменатель дроби не равен нулю;
2) для решения неравенства примените метод интервалов;
3) если этого указания недостаточно, обратитесь к разобраным задачам, нажав кнопку с надписью "9-1-1".

"Если какая-нибудь неприятность может случиться, она случается."
(Закон Мерфи)

Снова ответ неверный.

Рассуждать нужно было так. Функция определена, если подкоренное выражение неотрицательно и при этом знаменатель дроби не равен нулю. Это будет выполнено при $6-x^2-5x > 0$.

Умножив обе части полученного неравенства на (-1) и разложив квадратный трёхчлен на множители, будем иметь

$$x^2 - 5x - 6 < 0 \Rightarrow (x+1)(x-6) < 0$$

ОТВЕТ: (-1;6).

ДА Л Ъ Ш Е

Там, где это целесообразно, в формулировках задач и при разъяснениях их решений широко используются графические возможности Delphi. Так, в АОКе «Вероятность события» органичным является применение графики при рассмотрении геометрической схемы вычисления вероятности.

Наряду с небольшим количеством классических задач, в АОКах предлагаются задачи с прикладной направленностью. Так, например, во втором трёхуровневом блоке АОКа «Алгебра событий» курсанты решают задачи, связанные с функционированием электрических схем:

Задача 9. На рисунке схематически изображена электрическая цепь

События: A – исправен узел **A**, B – исправен узел **B**,
C – исправен узел **C**, D – исправен узел **D**,
F – цепь исправна.

Выразите событие F через события A, B, C, D. Ответ вводите л а т и н- с к и м и буквами. Буквы располагайте в алфавитном порядке.

В этих задачах отрабатывается навык представления последовательного и параллельного соединения элементов цепи с помощью операций алгебры событий.

В обучающих курсах содержатся и другие полезные для практики прикладные задачи, связанные с будущей специальностью учащихся, вызывающие их интерес и усиливающие мотивацию изучения теории вероятностей. Например,

Финишная прямая

Задача 23. Последовательно посылаются три радиосигнала.
Рассматриваются С О Б Ы Т И Я:
A – принят первый сигнал;
B – принят второй сигнал;
C – принят третий сигнал.
Выразите словами, что означает событие

$$D = A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C ?$$

Из текста задачи видно, что программа может анализировать свободно конструируемый ответ.

Во всех обучающих и учебных курсах, кроме АОКов «Алгебра событий» и «Функция», предусмотрен случайный выбор задач определённого типа из общего достаточно объёмного банка заданий. При этом курсант при повторном подключении к курсу получает не прежний, уже знакомый ему, а новый набор задач для самостоятельного решения. Благодаря этому, во-первых, на занятии разные курсанты решают различные задачи, что усиливает самостоятельную составляющую их работы, а во-вторых, исключается монотонность при работе с АОКом в режиме тренировки во внеучебное время. Учащийся может при желании работать в рамках АОКа, получая различные наборы заданий до тех пор, пока не освоит методику их решения.

В процессе работы подсчитывается рейтинг курсанта, который периодически сообщается ему с соответствующим комментарием. Так, по завершении каждой темы или блока тематически связанных задач на экран выводится сообщение об общем количестве предложенных в АОКе задач и о количестве баллов, набранных в процессе их решения.

Поддержанию эмоционально-творческой атмосферы на занятии, живости диалога курсанта с ПК способствует особая гуманитарная оболочка АОКа, стимулирующая процесс обучения и способствующая культурному росту обучающегося. Её элементами являются эпитафии к АОКу и к отдельным его разделам, шуточные реплики на правильные и неправильные ответы, созвучные итогам работы комментарии. В диалог курсанта с ПК естественным образом вплетаются высказывания классиков, крылатые фразы, пословицы, поговорки. Они вызывают ответную эмоциональную реакцию учащегося, повышают его заинтересованность в результатах работы, способствуют интенсификации труда. В качестве примера приведём некоторые реплики ПК на правильные ответы:

«Что и требовалось доказать!» (Евклид); «Эврика!!!» (Архимед); «Veni, vidi, vici!» («Пришёл, увидел, победил!») (Юлий Цезарь).

Реплики на неправильные ответы: *«Задом наперед совсем наоборот!» (Льюис Керролл, «Алиса в стране чудес»); «Приходится признать, джентльмены, что это открытие несколько ошарашивает...» (сб. «Физики шутят»); «Рассудку вопреки, наперекор стихиям...» (А. С. Грибоедов, «Горе от ума»).*

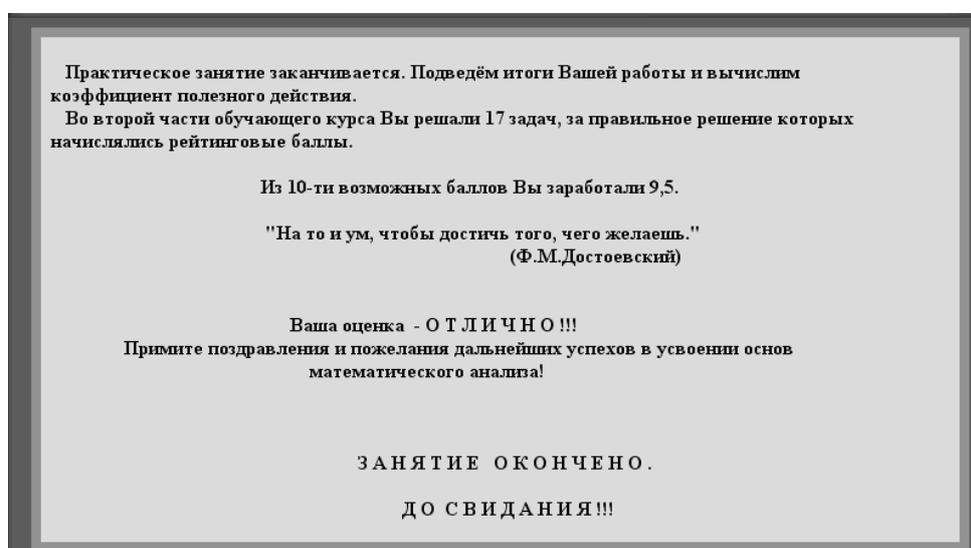
Если курсант даёт неверный ответ на заданный вопрос неоднократно, в репликах отражается этот факт, например:

*«Спереди плохо, сзади еще хуже,
точно сижу я в холодной луже...»
(Из афоризмов Козьмы Прутков).*

В случае, когда после неудачной попытки ответа на вопрос курсант даёт на него правильный ответ, ПК комментирует этот факт соответствующим образом:

«Ничто так не будит мысль, как хороший подзатыльник» (из афоризмов Б. Андреева), или «Вот, наконец, решение загадке!!!» (А. С. Грибоедов, «Горе от ума»).

Занятие заканчивается подведением итогов работы. Вот как выглядит завершающая информация в АУКе «Функция-2» в случае, когда работа курсанта оценивается как отличная:



Каждая оценка за работу с АОКом сопровождается соответствующим комментарием. При любом итоге работы с курсом, даже самом плачевном, предусматривается итоговый комментарий, который должен вселить в учащегося уверенность в том, что он в состоянии улучшить результат.

Элементы занимательности, которые привносит в АОК его гуманитарная оболочка, создают психологический комфорт при общении с компьютером, разнообразят форму подачи учебного материала и методику проведения занятия. Оно становится более привлекательным для курсантов, вызывая их интерес к изучаемой теме, её усвоению и получению более высокой итоговой оценки. Работа с автоматизированным обучающим курсом, таким образом, способствует достижению и учебных, и воспитательных целей занятия. Проводимое в такой форме, оно значительно эффективнее традиционного и пользуется популярностью у курсантов.

При внедрении каждого АОКа проводился по обычным стандартам методический эксперимент, результаты которого позволяли скорректировать содержание АОКов и выяснить, насколько эффективно их использование в учебном процессе по сравнению с применением традиционных методик. Практика внедрения АОКов в учебный процесс показала, что занятия, проводимые на их основе, обладают следующими преимуществами:

1. Повышается активность учащихся, их интерес к изучаемой теме поддерживается общением с ПК и не снижается в течение всего занятия.

2. Учащийся имеет возможность работать в индивидуальном темпе, получая реплику на каждый свой ответ, разъяснение допущенных неточностей и ошибок.

3. В связи с большей активностью учащихся на занятии и немедленной качественной реакцией ПК, они успевают выполнить больший объем работы, чем в традиционных условиях, в результате выработанные навыки и умения становятся более прочными.

4. Гуманитарная оболочка учебного курса повышает общую культуру учащихся и снимает напряженность во время занятия.

5. Помимо использования АОКа для проведения практического занятия, он может с успехом применяться при самостоятельной работе учащихся. Отсутствовавшие на занятии могут усвоить тему, работая с АОКом во внеучебное время, а те, кто был на занятии, но хочет потренироваться и добиться более прочных навыков, может обращаться к АОКу неоднократно.

Интерактивная компьютерная обучающая среда фактически имитирует индивидуальную работу преподавателя с учащимся, создавая возможность обучения в удобное для учащегося время в комфортной обстановке и частично освобождая преподавателя от рутинной работы.

Все АОКи зарегистрированы в государственном Реестре программ для ЭВМ, и на них получено Свидетельство Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

Каждый, кто этого пожелает, может обратиться по электронной почте к автору и правообладателю АОКов и получить безвозмездно любой из них.

Поступила 04.09.2013

**THE USE OF AUTOMATED EDUCATIONAL COURSES IN TEACHING
HIGHER MATHEMATICS IN COLLEGE**

I. N. Verbitskaya

The article describes the principles of creation and use of automated educational courses in teaching mathematics. Their distinctive features and the results of their implementation in the educational process are described.

Keywords: teaching mathematics, automated educational courses, Delphi.