УДК 378.13:004

Использование средств визуализации в курсе вычислительной математики

А.Н. Красоткина, Л.В. Маркова
Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»

Успешное формирование профессиональных компетенций у студентов естественнонаучного профиля напрямую связано с использованием современных методических приемов и тенденций в области IT-технологий в учебном процессе.

Цель статьи – определение путей построения учебного курса дисциплины «Вычислительные методы алгебры» для повышения эффективности процесса формирования профессиональных компетенций студентов специальности 1-31 03 03 «Прикладная математика».

Материал и методы. *Объектом исследования был выбран процесс формирования профессиональных компетенций у студентов специальности «Прикладная математика». Основные методы: системный подход, анализ нормативной литературы, деятельностная парадигма образования.*

Результаты и их обсуждение. *Придерживаясь основных принципов методологии ООП в рамках предмета «Вычислительные методы алгебры» авторами разработаны иерархия матричных классов и иерархия алгоритмов линейной алгебры. Так как лабораторный практикум дисциплины «Вычислительные методы алгебры» имеет единую классификационную иерархию, то для ее наглядного восприятия и совершенствования учебного процесса авторы предлагают воспользоваться визуальной средой.*

Заключение. *Использование средств визуализации является современной тенденцией образовательного процесса, которая повышает качество подготовки студентов IT-специальностей и способствует формированию профессиональных компетенций.*

Ключевые слова: *алгоритмы, методы, вычислительная алгебра, программирование, компетенции, профессиональные навыки.*

Application of Means of Visualization in the Course of Computing

A.P. Krasotkina, L.V. Markova
Education establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

Successful formation of Natural Science Students' professional competences is closely linked with the application of contemporary methodological techniques and tendencies in the sphere of It-technologies in the academic process.

The purpose of the research is to identify ways of building up an academic course of Computing Methods of Algebra to increase the efficiency of the process of formation of professional competences of i-31 03 03 «Applied Mathematics» students.

Material and methods. *As the object of the research process of the formation of professional competences of Applied Mathematics students was chosen. Basic methods of the research are system approach, analysis of regulation literature, activity educational paradigm.*

Findings and their discussion. *Sticking to basic principles of OOP methodology within the course of Computing Methods of Algebra the authors elaborated the hierarchy of matrix classes as well as the hierarchy of algorithms of linear algebra. Since laboratory practicum on Computing Methods of Algebra has single classification hierarchy, to visually perceive it and improve academic process, the authors propose to use visual environment.*

Conclusion. *Application of means of visualization is a contemporary tendency of educational process, which improves the quality of IT students training and promotes formation of professional competences.*

Key words: *algorithms, methods, computing algebra, programming, competences, professional skills.*

Одним из основных критериев качества полученного образования специалиста-выпускника в области IT-технологий является его способность осваивать быстро меняющиеся современные информационные технологии и успешно применять наиболее эффективные математические и программные продукты в своей профессиональной деятельности. Образовательным результатом дипло-мированного специалиста в настоящее время признается не сумма усвоенной информации, а его способность самостоятельно ориентироваться и принимать решения

в различных проблемных ситуациях. Важная роль в такой методологии современного образования принадлежит компетентностному подходу. Современному студенту за время обучения необходимо не просто овладеть набором элементарных профессиональных навыков, а сформировать в себе профессиональные компетенции. Для успешного формирования у студентов профессиональных компетенций учебный процесс должен строиться с учетом современных методических приемов и тенденций в области IT-технологий [1].

Следовательно, одной из главных задач системы подготовки будущих математиков-программистов является повышение качества математической подготовки студентов на основе современных направлений развития и использования информационных технологий.

Цель статьи – определение путей построения учебного курса дисциплины «Вычислительные методы алгебры», которые сделают процесс формирования профессиональных компетенций студентами специальности 1-31 03 03 «Прикладная математика» наиболее эффективным.

Материал и методы. Мы опирались на методологические идеи педагогики профессионально-технического образования. Объектом исследования был выбран процесс формирования профессиональных компетенций у студентов специальности «Прикладная математика». Основные методы: системный подход, анализ научной, педагогической и нормативной литературы, деятельностная парадигма образования. Работа проводилась на базе кафедры прикладной математики и механики ВГУ имени П.М. Машерова. Материалами исследования послужили труды теоретиков и практиков по рассматриваемой проблеме, а также опыт работы авторов.

Результаты и их обсуждение. Студенты специальности «Прикладная математика» овладевают теоретическими основами программирования в рамках информационных дисциплин на первом и втором курсах. Особое место уделяется объектно-ориентированному программированию как наиболее современной технологии. Однако при изучении данной парадигмы преобладает теоретическая составляющая. В каждой теме дисциплин программирования демонстрируются базовые примеры, которые являются узконаправленными, отражают изучаемую функциональность темы и не несут повышенной математической нагрузки. Изучаемый теоретический материал подкрепляется также заданиями лабораторного практикума, часовые рамки которого не позволяют студентам сформировать практические навыки использования полученных знаний в области информационных технологий в полном объеме.

Классическую область применения вычислительной техники и информационных технологий представляют собой численные методы. Курс вычислительной математики занимает одно из центральных мест в системе естественнонаучного образования. Промышленные расчеты следует проводить, применяя самые современные математические и IT-технологии, однако в базовых учебниках по численным методам современным тенденциям реализации численных методов не уделяется должного внимания.

В соответствии с программой дисциплины «Вычислительные методы алгебры» для специальности 1-31 03 03 «Прикладная математика» в четвертом семестре предусмотрен лабораторный практикум. К моменту изучения дисциплины «Вычислительные методы алгебры» студенты данной специальности уже обладают основными базовыми приемами программирования [2].

Главная задача лабораторного практикума и применяемого в нем подхода – научить студентов в полном объеме использовать те знания, умения и навыки, которые они получили при освоении информационных технологий не только для решения типовых задач, но и для глубокого осмысления математических дисциплин. Необходимо также показать, как используя современные методологии программирования, можно наиболее эффективно реализовать некоторые часто используемые численные методы.

В лабораторном практикуме предлагается программировать задания на основе современной технологии – объектно-ориентированного программирования (ООП). Парадигма объектно-ориентированного программирования – это не просто набор новых методов в программировании, это новый уровень мышления и восприятия окружающего мира. Объектно-ориентированный подход делает задачу проще и приводит ее к более естественной форме.

Отправной точкой для применения ООП к программированию методов линейной алгебры и разработки унифицированного подхода к их реализации послужило то обстоятельство, что прямые методы базируются теоретически на тех или иных элементарных матричных преобразованиях, которые приводят задачу к эквивалентной, но более простой форме, допускающей ее непосредственное решение. Причем набор типов преобразований, необходимый для реализации большинства прямых методов, оказывается относительно небольшим.

Использование технологии ООП дает возможность создать единую классификационную иерархию. Наряду с широкими классами общих, специальных и элементарных матриц иерархия включает классы самих задач и методов линейной алгебры.

Придерживаясь основных принципов методологии ООП в рамках предмета «Вычислительные методы алгебры» авторами разработаны иерархия матричных классов и иерархия алгоритмов линейной алгебры [3]. Создание конкретного матричного класса сводится к реализации набора операций с элементарными матрицами. Значительная часть операций непосредственно реализуется в верхних матричных классах. Тем не менее, переопределение их в конкретных классах с учетом частных математических свойств, особенностей конкретных структур данных позволяет при необходимости добиться наибольшей эффективности программного кода. Представленная классификация элементарных матриц определяет базовый набор матричных преобразований, участвующих в методах линейной алгебры. Такой подход обеспечивает существенную программную общность, поскольку реализация методов решения новых классов линейных задач, отличающихся от имеющихся типами матричных объектов, сводится к созданию производных классов в рамках единой матричной иерархии.

Использование технологии ООП позволяет работать с реальными программными объектами, помогая добиться математической наглядности, и способствует упрощению написания программного кода. Разработанные алгоритмические и матричные классификации могут рассматриваться также в качестве инструментальной основы для создания математических библиотек и разнообразных приложений. Например, приложений с графическим пользовательским интерфейсом.

Так как лабораторный практикум дисциплины «Вычислительные методы алгебры» имеет единую классификационную иерархию, то для ее наглядного восприятия, повышения выразительности и интерактивности выполнения лабораторных работ, совершенствования учебного процесса авторы предлагают воспользоваться визуальной средой. В отличие от интерфейса командной строки (консоли) в графическом интерфейсе пользователь может произвольно выбирать экранные объекты (элементы интерфейса) и осуществлять непосредственное манипулирование ими. Скорость доступа к основной информации при этом значительно увеличивается, а сам доступ упрощается.

Решение задач вычислительной алгебры с применением пользовательского интерфейса усиливает визуализацию результатов вычислений, значительно облегчает проведение объемных математических вычислений, избавляет от рутинной работы (многократного ручного ввода матриц, сохранения результата, выбора метода и т.д.).

В качестве примера предлагаемого подхода к построению учебного курса «Вычислительные методы алгебры» авторами разработана и создана визуальная среда, основу пользовательского интерфейса которой составляют наборы графических элементов, представляемые меню и системой окон для взаимодействия с данными.

Разработанное приложение с графическим интерфейсом пользователя для решения задач вычислительной алгебры реализовано на языке программирования «C++» с использованием библиотеки визуальных компонентов VCL. При создании визуальной среды использовалась технология быстрого программирования – RAD. В основном эта технология ориентирована на визуальное программирование и связана с увеличением скорости создания программного продукта. Технология RAD позволяет размещать визуальные компоненты на форме приложения посредством работы с мышью. С помощью мыши можно изменять параметры и свойства используемых компонент, при этом следить за тем, как тот или иной параметр влияет на выбранный элемент управления.

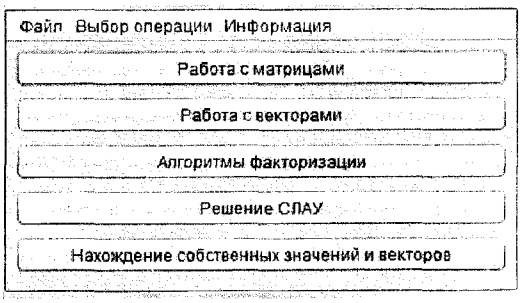

Рис. 1. **Стартовая форма.**

В качестве базовых требований к функциональности системы выдвигались следующие:

1) два режима ввода матриц: с клавиатуры и из файла;
2) сохранения результатов в файл;
3) демонстрация подробного решения задач вычислительной алгебры. Подробное решение представляет собой пошаговое описание алгоритма метода с соответствующими числовыми расчетами;

4) обработка исключительных ситуаций, связанных с вводом нечисловых данных и ограничением размерности матрицы.

Визуальная среда должна обладать следующими свойствами:

1) быть простой и удобной в использовании;
2) предусматривать возможные функции определенного класса пользователей;
3) предостерегать от ошибок при работе;
4) не создавать неожиданные или тупиковые ситуации при любых действиях пользователей;
5) обладать дружественным, логичным и интуитивно-понятным интерфейсом;
6) содержать простую систему меню.

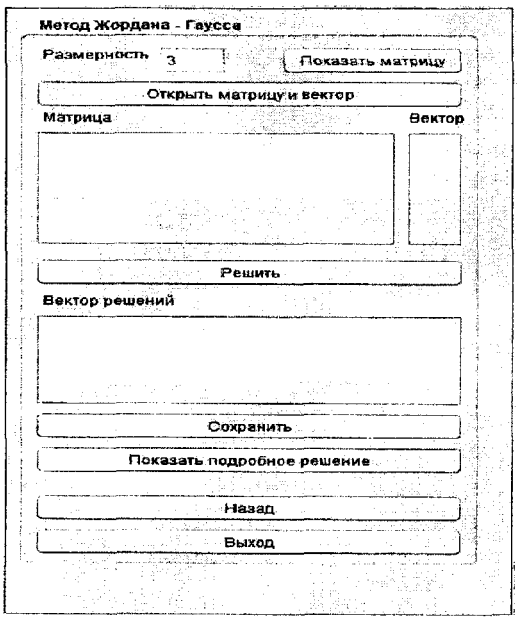

Рис. 2. **Метод Жордана–Гаусса.**

Структура приложения представлена горизонтальным и вертикальным меню. Это дает возможность пользователю право выбора способа навигации, тем самым улучшая эффективность работы с приложением [4].

Стартовая форма имеет следующий вид:

Горизонтальное меню включает следующие команды:

- «Файл» – содержит команды:
- «Сохранить файл» – сохранение данных в файл, при этом появляется стандартный диалог сохранения файла.
- «Загрузить файл» – загрузка из файла данных, при этом появляется стандартный диалог открытия файла.
- «Выход».
- «Выбор операции» – дублирует вертикальное меню.
- «Информация» – руководство пользователя.

Вертикальное меню содержит следующие функциональные части:

- «Работа с матрицами» – в данном разделе можно производить вычисления основных операций (умножение, сложение, вычитание) для двух классов матриц: «Квадратная матрица» и «Расширенная матрица». Для квадратных матриц также реализованы операция транспонирования, нахождения обратной матрицы, нормы и вычисления определителя.
- «Работа с векторами» – в данном пункте меню производятся вычисления основных операций с векторами: умножение вектора на число, нахождение скалярного произведения, сложение, вычитание, нахождение нормы.
- Раздел «Алгоритмы факторизации» позволяет получать разложение матрицы. Данный раздел содержит следующие пункты: «LU-разложение», «LDU-разложение», «STS-разложение», «SDS-разложение» и «QR-разложение».
- Раздел «Решение СЛАУ» содержит методы для решения систем линейных алгебраических уравнений. В соответствии с иерархией вычислительных методов алгебры данный раздел разбит на два подраздела: «Прямые методы» и «Итерационные методы». В свою очередь, подраздел «Прямые методы» включает в себя пункты «Методы на основе факторизации» и «Методы, не использующие факторизацию».

Например, форма для решения систем линейных алгебраических уравнений методом Жордана–Гаусса выглядит следующим образом:

Раздел «Нахождение собственных значений и векторов» также сформирован в соответствии с иерархией вычислительных методов алгебры. Имеются два подраздела: «Прямые методы» и «Итерационные методы». Подраздел «Итерационные методы» содержит следующие пункты: «Решение частичной проблемы нахождения собственных значений матрицы» и «Решение полной проблемы нахождения собственных значений матрицы».

Предложенный подход к организации практической части курса «Вычислительные методы алгебры» использовался авторами для проведения занятий со студентами специальности «Прикладная математика» на протяжении двух семестров, что позволило отметить следующие полученные результаты:

- при формировании учебного рабочего плана можно существенным образом перераспределять часы в сторону увеличения доли самостоятельной работы. Основная нагрузка лабораторного практикума – это проектирование матричной

иерархии. После разработки и описания матричной иерархии с учетом основных матричных операций существенно упрощается программная реализация изучаемого метода. Студенты получают возможность больше времени уделить рассмотрению и изучению качественных свойств численного метода;

• использование разработанной графической среды визуализирует классификационные иерархии матриц и методов линейной алгебры, а также оптимизирует процесс выполнения матричных операций и вычислительных методов: отсутствует необходимость в постоянном ручном вводе данных, перезапуске приложения для проверки работы нового метода, неверный ввод исходных данных не приводит к аварийному выходу и потере ранее полученных результатов, посредством навигации возможен доступ к любому методу в любой момент времени;

• изучение математических методов на основе приложений с графическим интерфейсом способствует более глубокому усвоению учебного материала, т.к. позволяет наглядно представить получаемые промежуточные и итоговые результаты, значительно сократить временные затраты по решению трудоемких задач, а для некоторого класса задач построить графические иллюстрации, что не всегда возможно сделать вручную;

• использование визуальной среды увеличивает эффективность проверки полученных результатов решения задач студентами самостоятельно. Реализованная функция просмотра вспомогательных расчетов позволяет отследить шаг, на котором произошла ошибка в алгоритме. Демонстрация вспомогательных расчетов может использоваться студентами для составления отчета по лабораторной работе, значительно сократив время его оформления;

• наиболее «продвинутым» студентам была предоставлена возможность создания собственной визуальной среды с самостоятельным выбором графической библиотеки для создания интерфейса. Студенты отдавали предпочтение новым, ранее не использованным в учебном процессе библиотекам (например, QT, GTK), что, безусловно, способствовало расширению кругозора студентов в области информационных технологий;

• разработанные матричные, алгоритмические классы могут применяться в качестве программных средств постановки и решения стандартных задач линейной алгебры, а также в качестве инструментария для проектирования математических библиотек, применяемых при решении конкретных прикладных задач в смежных дисциплинах, при выполнении курсовых и дипломных проектов, научных разработках;

• близость учебных программ дисциплины «Вычислительные методы алгебры» для специальности 1-31 03 03 «Прикладная математика» и дисциплины «Методы вычислений» специальности 1-31 03 07 Прикладная информатика (по направлениям) позволяет использовать предложенный подход к построению учебного материала для обеих специальностей.

Заключение. Решение математических задач с использованием средств визуализации является современной тенденцией образовательного процесса, которая повышает качество подготовки студентов IT-специальностей и способствует формированию профессиональных компетенций, ориентированных на полноценное использование современных информационных технологий в профессиональной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркова, Л.В. Формирование профессиональных компетенций у студентов специальности «Прикладная математика» / Л.В. Маркова, Н.Д. Адаменко, О.Г. Казанцева, Е.А. Корчевская // Весн. Віцебск. дзярж. ун-та. – 2012. – № 1(67). – С. 116–121.
2. Маркова, Л.В. Обучение вычислительной математике. Современные аспекты / Л.В. Маркова, Е.А. Корчевская // Инновационные технологии обучения физико-математическим дисциплинам: материалы междунар. науч.-практ. Интернет-конференции, посвященной 60-летию доктора физико-математических наук, профессора Н.Т. Воробьева, Витебск, 21–22 июня 2011 г. – Витебск, 2011. – С. 128–129.
3. Маркова, Л.В. Объектная реализация методов вычислительной алгебры / Л.В. Маркова, Е.А. Корчевская, А.Н. Красоткина // Весн. Віцебск. дзярж. ун-та. – 2013. – № 2(74). – С. 18–22.
4. Маркова, Л.В. Создание интерфейса для решения задач вычислительной алгебры в системе объектной классификации / Л.В. Маркова, А.Н. Красоткина, Н.Д. Адаменко // Информационные системы и технологии: материалы междунар. конгресса по информатике, Минск, 4–7 нояб. 2013 г. – С. 233–236.

REFERENCES

1. Markova L.V., Adamenko N.D., Kazantseva O.G., Korchevskaya E.A. Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo universiteta [Journal of Vitebsk State University], 2012, 1(67), pp. 116–121.
2. Markova L.V., Korchevskaya E.A. [Innovation Technologies of Teaching Physical and Mathematical Subjects: Materials of International Scientific and Practical Internet Conference Devoted to the 60th Birthday of Professor N.T.Vorobyev, Vitebsk, June 21-22, 2011], 2011, pp.128-129.
3. Markova L.V., Korchevskaya E.A., Krasotkina A.N. Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo universiteta [Journal of Vitebsk State University], 2013, 2(74), pp. 18–22.
4. Markova L.V., Krasotkina A.N., Adamenko N.D. Informatsionniye sistemi i tehnologii: Materiali mezhdunarodnogo kongressa po informatike, Minsk, 4 – 7 noyabria 2013 g. [Information Systems and Technologies: Materials of the International Computer Technologies Congress, Minsk, November 4-7, 2013], pp. 233–236.

Поступила в редакцию 24.01.2014. Принята в печать 21.04.2014

Адрес для корреспонденции: e-mail: l_v_markova@mail.ru – Маркова Л.В.