

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНТЕГРИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

О. А. Широкова¹, [0000-0002-2883-0415], Т. Ю. Гайнутдинова², [0000-0002-4544-2115], М. Ю. Денисова³, [0000-0003-3081-2811]

¹²³Казанский (Приволжский) федеральный университет

¹shirokova2602@mail.ru, ²tgainut@mail.ru, ³denisova_mar@mail.ru

Аннотация

Предложена методика, связанная с использованием при обучении математике интегрированных проектных заданий, основанных на практическом применении полученных знаний по математическим дисциплинам во взаимосвязи с компьютерным моделированием и программированием. Представлены примеры конкретных интегрированных проектных заданий.

Ключевые слова: математическое образование, компьютерные технологии, интегрированные проектные задания, компьютерное математическое моделирование, программирование

Модернизация содержания математического образования и совершенствование его структуры являются одной из важнейших проблем математического образования. Они предполагают совершенствование методов и средств обучения; оптимизацию деятельности педагога; организацию и управление процессом обучения; формирование устойчивого активного интереса к изучению математических дисциплин.

В настоящее время проблеме поиска эффективных методов использования компьютерных технологий в обучении уделяется большое внимание. Владение информационно-коммуникационными технологиями является важнейшей составляющей при формировании профессиональных компетенций выпускников. В данном исследовании рассматриваются проблемы подготовки бакалавров педагогического отделения направления «Математика–информатика». Важными при подготовке бакалавров представляются вопросы интеграции обучения математике и информационным технологиям. Современные средства информационных технологий позволяют эффективно решать математические задачи. В то же время

содержание курса высшей математики является основой материала, изучаемого в компьютерных дисциплинах, поскольку эти дисциплины могут использовать знания из всех разделов математики.

Применение информационных технологий в процессе преподавания математики позволяет построить процесс обучения таким образом, что в нем грамотно будут сочетаться как традиционные формы обучения, так и инновационные формы, такие как электронная презентация, электронные учебники, поисковые и обучающие системы, интернет-платформы и интернет-порталы, а также использование систем компьютерной математики. Информационные технологии дают возможность активизации творческой деятельности и познавательного интереса студентов.

Преимущества использования компьютерных технологий на занятиях очевидны, так как это позволяет преподавателю более наглядно представить изучаемый материал. При опросе студентов 100 % из них одобряют использование компьютерных технологий педагогами при объяснении нового теоретического материала. Это обусловлено реализацией принципа визуализации и рационального использования учебного времени. Работа с интерактивными моделями эффективно отражается на учебном процессе. Естественно, что все нововведения требуют изменения методов обучения и творческого подхода со стороны преподавателя. Использование компьютерных технологий в образовательном процессе имеет ряд достоинств, которые, несомненно, играют большую роль в повышении качества образования.

Тема межпредметных связей рассмотрена в [2, 5, 12], в этих работах раскрыты многие методические и дидактические аспекты. Проблемы педагогической интеграции также рассмотрены в [1] и [14].

Исследованию процесса интеграции математики и информатики посвящены исследования [7–10, 13].

Системы компьютерной математики (СКМ) как средство для достижения высокого уровня межпредметных связей рассмотрены в [6, 11, 21]. Систематическому использованию систем динамической геометрии и программных сред в процессе обучения студентов высшей математике посвящены работы [3, 4, 15–20].

При формировании у студентов устойчивых системных знаний и умений в процессе обучения высшей математике возникает проблема фрагментарности знаний базового уровня по данной дисциплине. Для ее решения в работе предлагается использование возможностей информационных технологий для расчетов и визуализации математических моделей в процессе обучения высшей математике. Также при обучении необходимым является формирование практических умений и навыков применения компьютерного моделирования исследуемых объектов с использованием математических пакетов прикладных программ и программных сред.

Возникает необходимость разработки такой эффективной методики, которая позволяет осуществлять взаимосвязь математики, компьютерного моделирования и программирования, учитывая их теоретическую и практическую значимость.

На основе исследования существующих технологий интегрированного обучения нами предлагается методика, связанная с использованием при обучении интегрированных проектных заданий, основанных на практическом применении полученных знаний по математическим дисциплинам во взаимосвязи с компьютерным моделированием и программированием. Интегрированные проектные задания должны способствовать формированию профессионально-математической компетентности студентов. Таким образом, средство обучения в форме интегрированного проектного задания является связующим звеном между математикой и информационными технологиями. Делая отбор заданий, мы должны, прежде всего, исходить из потребностей преподаваемых дисциплин, по каждой из которых проектное задание должно быть достаточно насыщенным и содержательным.

Интегрированное проектное задание может состоять из следующих разделов: визуализация производной; задачи на нахождение максимума и минимума функции; кратное интегрирование; нахождение площадей и объемов.

Процесс выполнения проектного задания может включать в себя следующие этапы:

- 1) построение математической модели;

2) исследование построенной модели методами и средствами математики и информационных технологий, основанных на использовании систем компьютерной математики и языков высокого уровня C++, C#, Python;

3) геометрические построения модели исследования и ее динамическая визуализация средствами СКМ;

4) анализ полученных результатов выполнения проектного задания, проверка результатов математических исследований, варьирование условий;

5) оформление и подведение итогов по результатам исследований;

6) защита и оценивание проекта.

Рассмотрим некоторые примеры проектных заданий с задачами на нахождение максимума функции, нахождение площадей и построение трехмерных геометрических объектов.

Задача 1. Найти высоту h цилиндра наибольшего объема, который можно вписать в шар радиуса.

Представим математическую модель: обозначим через x высоту цилиндра, тогда радиус основания $r = \sqrt{4R^2 - x^2}$, поэтому объем цилиндра:

$$V = \pi R^2 x - \frac{\pi x^3}{4}.$$

Решая задачу аналитически, получим, что $h = \frac{2R}{\sqrt{3}}$. Следуя этапам выполнения проектного задания, результат, полученный аналитически, необходимо исследовать, используя систему компьютерной математики Maple (рис. 1,2).

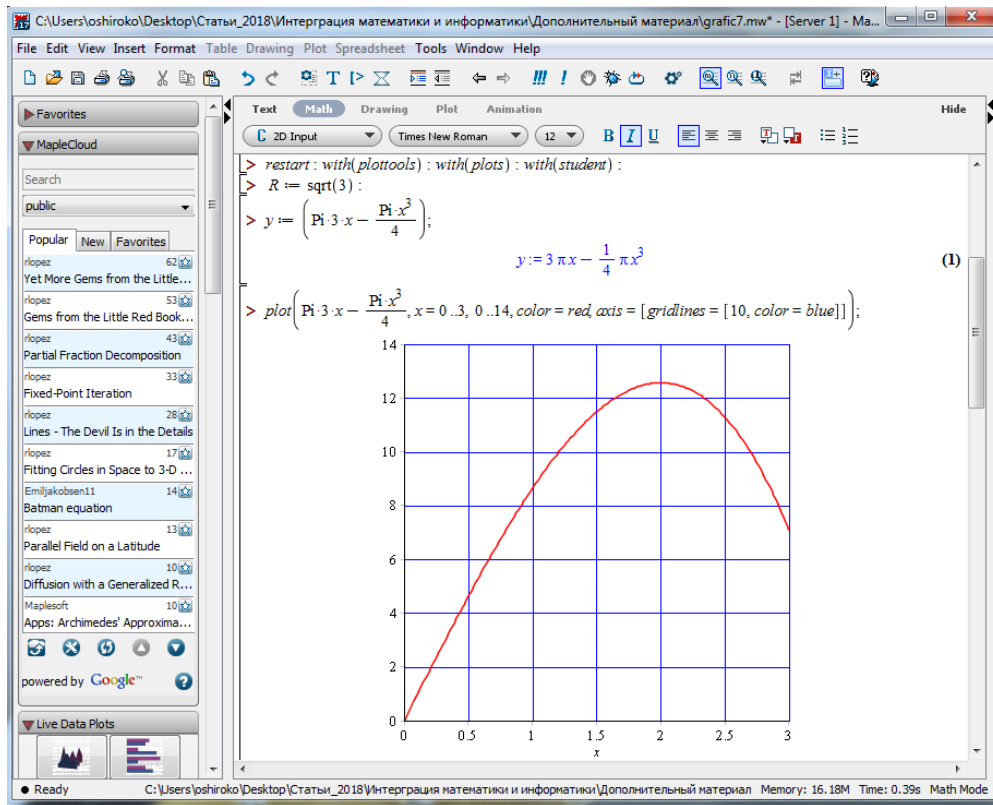


Рис. 1. График зависимости объема от высоты цилиндра

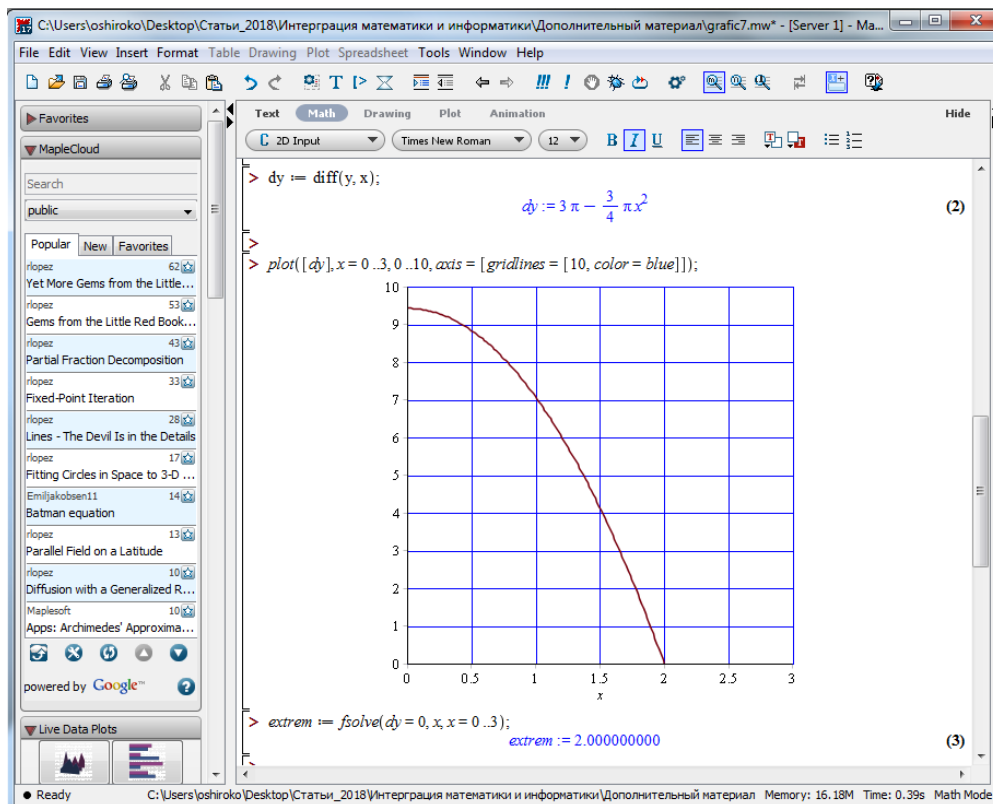


Рис. 2. Визуализация производной и точки экстремума

На этом же этапе рекомендуется представить нахождение экстремального значения функции с построением ее графика средствами одного из языков высокого уровня: C++, C#, Python. Например, на языке Python программа табулирования функции может иметь вид:

```
from math import pi
print('Ввод x1, x2, step')
x1 = float(input('Точка начала отрезка: '))
x2 = float(input('Точка конца отрезка: '))
step = float(input('Шаг: '))
if x1 > x2:
    x1, x2 = x2, x1

print('Функция:V')

print("  x      V")

while x1 <= x2:
    V = pi*R*R*x1 - (pi*x1**3)/4
    print('%5.2f | %7.2f' % (x1, V))
    x1 += step
```

На языке C++ такая программа может иметь вид:

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <math.h>
using namespace std;
double fz(double x)
{
    double res;
    res=PI*R*R*x -PI*x*x*x/4;
    return res;
}
int main()
{
    cin >> x1 >> x2 >> step;
    double x, v;
```

```

cout<<setw(10)<<"x"<<setw(10)<<"v"<<endl;
for(x= x1; x<= x2; x=x + step)
{
    v=fz(x);
    cout<<setw(10)<<x<<setw(10)<<v<<endl;
}
return 0;
}

```

Следующим этапом выполнения проектного задания являются геометрическое построение и динамическая визуализация модели в Maple. Для этого разрабатывается процедура, связывающая объем с высотой цилиндра. Эту процедуру (рис. 3) используем для создания динамической визуализации (рис. 4, 5).

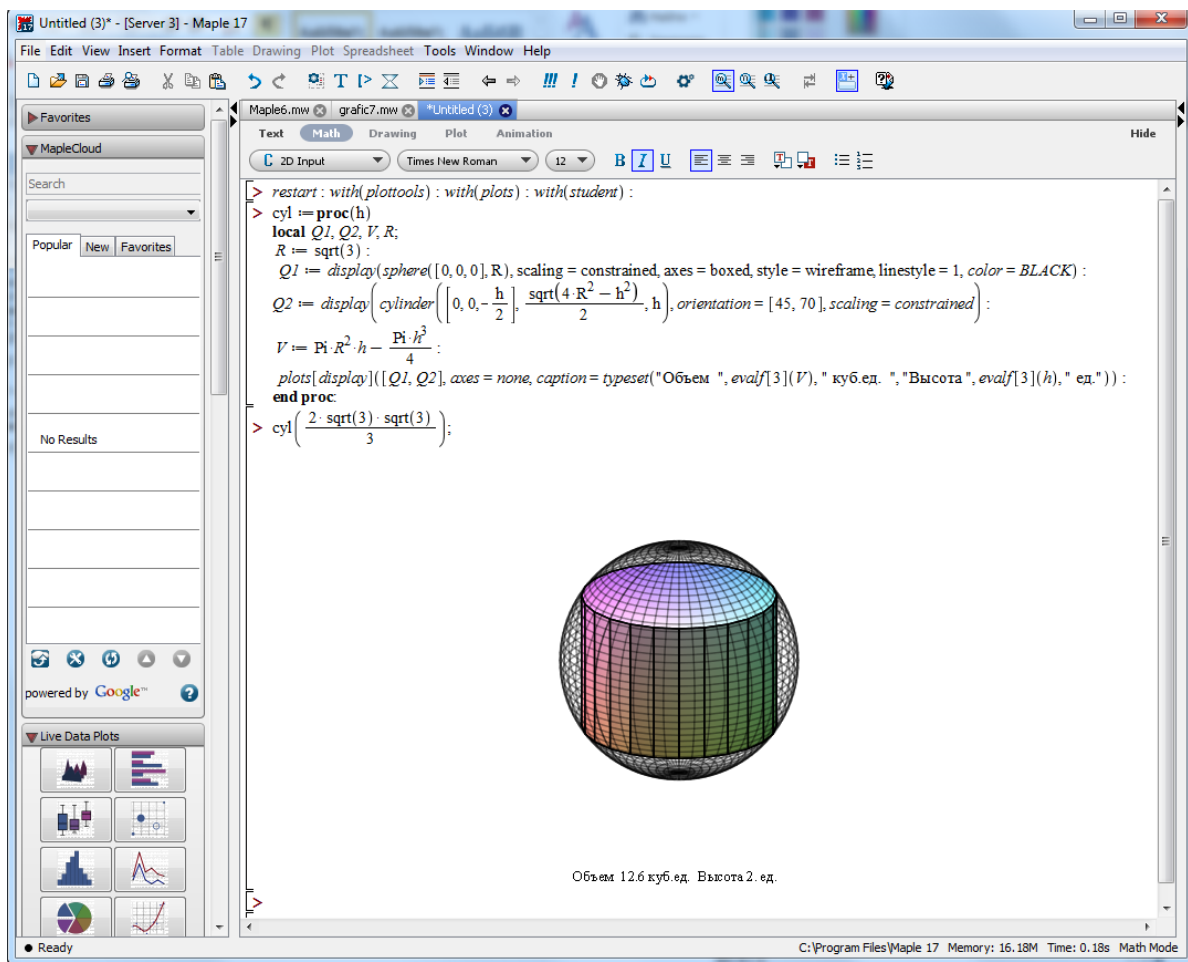


Рис. 3. Описание процедуры

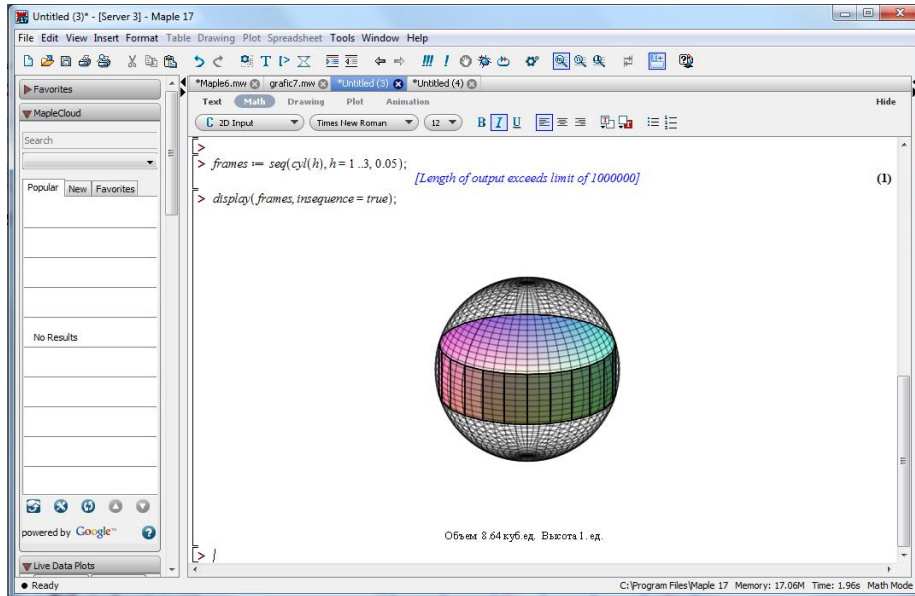
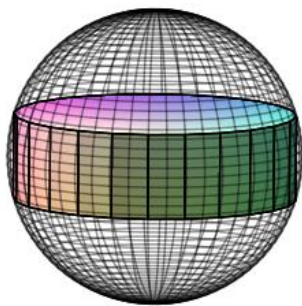
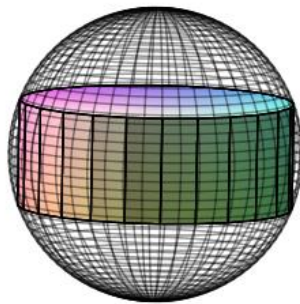


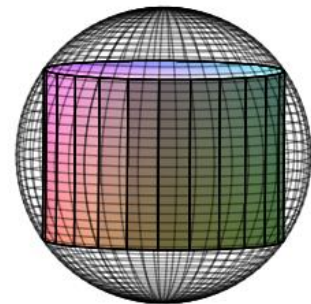
Рис. 4. Динамическая визуализация в Maple



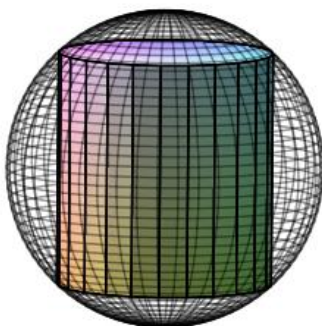
Объем 8.64 куб.ед. Высота 1.ед.



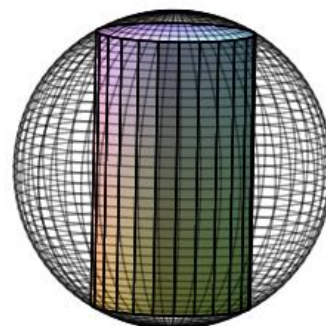
Объем 10.2 куб.ед. Высота 1.25 ед.



Объем 12.6 куб.ед. Высота 2.ед.



Объем 11.0 куб.ед. Высота 2.55 ед.



Объем 7.06 куб.ед. Высота 3.00 ед.

Рис. 5. Примеры динамической визуализации

На этапе анализа полученных результатов можно изменять условия на входные параметры, например, такие, как радиус шара, а затем провести сравнительный анализ методов моделирования в СКМ и программных средах.

В рамках интегрированного проектного задания проводятся исследования и других разделов, например, задачи на построение трехмерных геометрических объектов и задачи на нахождение площадей плоских фигур с помощью GeoGebra.

Задача 2. Построить сферу, вписанную в цилиндр с высотой 2 и радиусом основания 1.

Реализация визуальных геометрических конструкций объектов осуществляется с помощью систем динамической геометрии, таких как система динамической геометрии (DGS) GeoGebra. Необходимые геометрические построения модели исследования и ее визуализация проводятся средствами пакета GeoGebra.

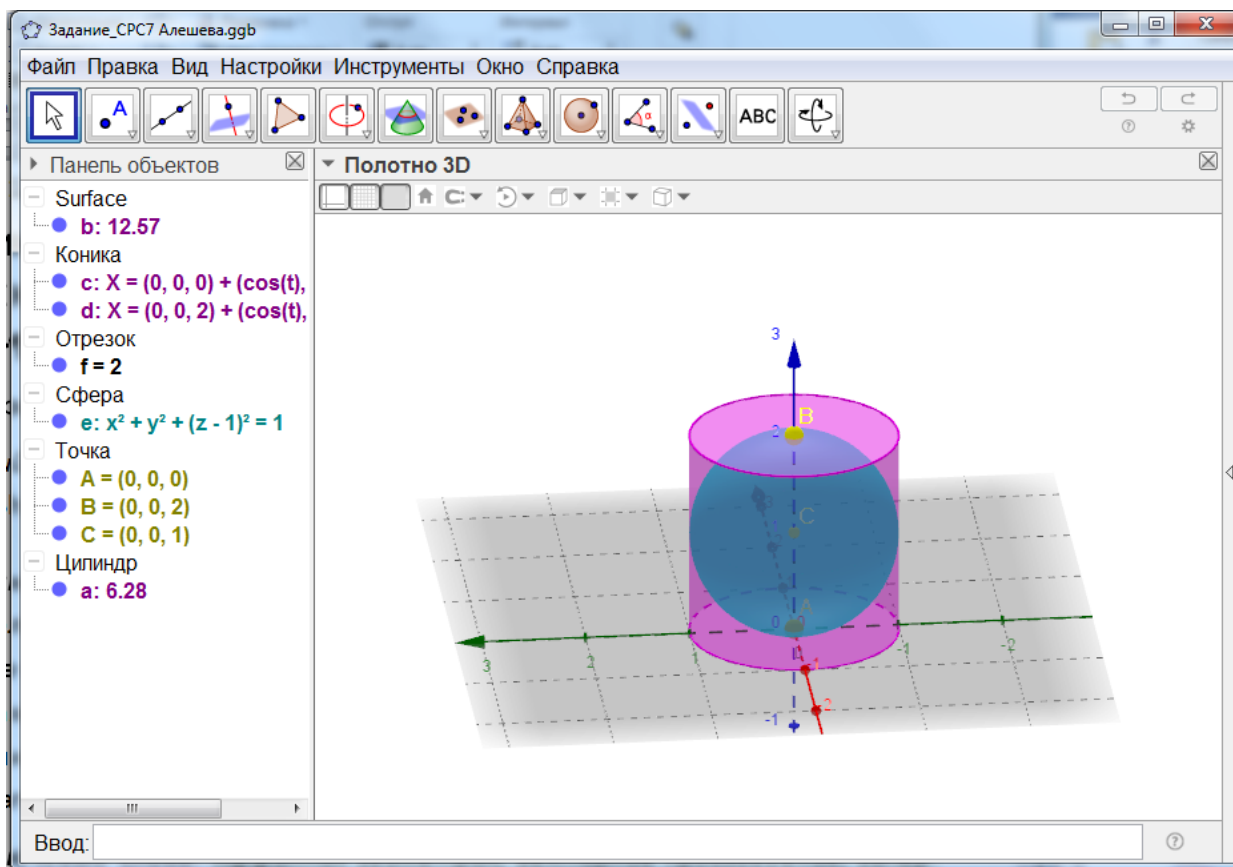


Рис. 6. Построение трехмерных геометрических объектов

Задача 3. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями $y = x^2$, $y = -2x + 4$. Провести необходимые геометрические построения модели средствами пакета GeoGebra.

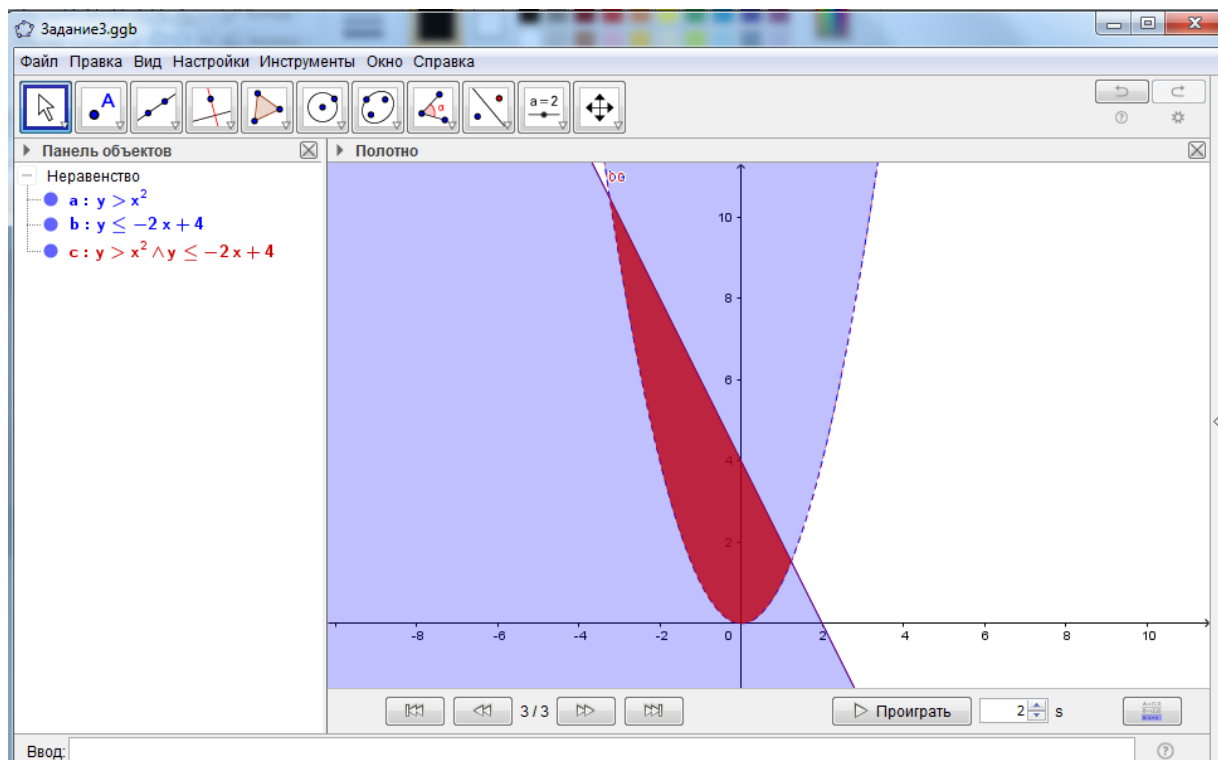


Рис. 7. Визуализация задачи 3

При оценке результатов выполнения интегрированного проекта следует учитывать: корректность математической модели и ее реализации; результативность использования информационных технологий, которые включают исследования в системах компьютерной математики и программных средах с динамической визуализацией.

Разработка методики, основу которой составляют интегрированные проектные задания, основанные на практическом применении полученных знаний по математическим дисциплинам во взаимосвязи с дисциплинами «Компьютерное моделирование» и «Программирование», требует согласования содержания проектов с целями обучения. Учебные планы бакалавров должны включать интегрированные проектные задания на регулярной основе, которые должны стать плановым видом учебной работы: с нагрузкой и методическим обеспечением.

Методика составления интегрированных проектных заданий отражает с одной стороны содержание и методику обучения математике и информатике, а с другой – потребности и цели учебных курсов.

Результаты применения данной методики показали, что:

– интегрированные проектные задания с использованием информационных технологий способствуют повышению уровня усвоения сложных разделов высшей математики;

– содержание курса высшей математики является фундаментальной основой для материала, изучаемого в компьютерных дисциплинах, и поэтому способствует их глубокому пониманию;

– системы компьютерной математики позволяют визуализировать исследуемые объекты, что облегчает решение поставленных задач, при этом они не только визуализируют заданные объекты, но и представляют их в динамике;

– интегрированные проектные задания формируют практические умения и навыки применения компьютерного моделирования с использованием программирования в различных программных средах;

– методика, основанная на межпредметных связях дисциплин, способствует повышению интереса обучаемых к их изучению;

– выполнение интегрированных проектных заданий способствует развитию научно-исследовательских способностей и формирует исследовательские компетенции будущих учителей математики и информатики.

Построение математического образования на основе интеграции математики и информационных технологий позволяет по-новому формировать способности студентов педагогических направлений, решать актуальные, профессионально-значимые задачи, развивает их инициативность и способность к результативной исследовательской деятельности.

Эффективность использования исследовательской деятельности и интегрированных проектных заданий в современном образовании определяется их многофункциональной направленностью, а также возможностью интегрирования в образовательный процесс, в ходе которого формируются базовые знания и ключевые компетенции студентов.

Введение данной методики рекомендуется в связи с современным уровнем развития математики и информационных технологий. Создание и развитие методик эффективного интегрированного обучения является важным и своевременным шагом на пути повышения результативности математического образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Безрукова В.С.* Интеграционные процессы в педагогической теории и практике. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 1994. 152 с.

2. *Беленький Г.И.* Межпредметные связи // Совершенствование содержания образования в школе. М.: Педагогика, 1985. С. 253–270.

3. *Гайнутдинова Т.Ю., Денисова М.Ю., Широкова О.А.* Использование инновационных методов обучения при формировании профессиональных компетенций будущих учителей математики // Педагогическое образование в изменяющемся мире: Сборник научных трудов III Международного форума по педагогическому образованию: ч. 1. Казань: Отечество, 2017. С. 147–156.

4. *Гайнутдинова Т.Ю., Широкова О.А.* Особенности профессиональной подготовки по программированию будущего учителя информатики // Программа и тезисы II Международного форума по педагогическому образованию (МФПО-2016). Казань: Казанский университет, 2016. С. 231–232.

5. *Далингер В.А.* Компьютерные технологии в обучении геометрии: методические рекомендации. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2001. 33 с.

6. *Денисова М.Ю.* Применение интерактивной среды GeoGebra при изучении определенного интеграла // Материалы VI Международной науч.-практ. конф. «Математическое образование в школе и вузе: теория и практика (MATHEDU-2016)», 25–26 ноября 2016 г. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2016. С. 218–220.

7. *Луканкин Г.Л.* Информационно-категориальный подход к обучению математике младших школьников // Информатика и образование. 2000. № 1. С. 81–84.

8. *Васильева Л.Н., Мерлина Н.И., Светлова Н.И.* Междисциплинарная интеграция математики и информатики в системе формирования профессионально-математической компетентности студентов технических направлений подготовки // Вектор науки ТГ. Серия: Педагогика, психология. 2015. №2 (21). С. 19–23.

9. Павлов А.Н. Интегрированный курс математики и информатики в старших профильных классах: дис. ... канд. пед. наук. М., 2002. 290 с.

10. Полунина И.Н. Интеграция курсов математики и информатики как фактор оптимизации общепрофессиональной подготовки в средней профессиональной школе: дис. ... канд. пед. наук. Саранск, 2003. 207 с.

11. Солонин В.В. Системы компьютерной математики как средство для достижения высокого уровня интеграции физики и математики в персонализированном образовании // Проблемы современного математического образования в педвузах и школах России: тезисы докладов III Всерос. науч. конф. Киров: ВГГУ, 2004. С. 128–129.

12. Федорец Г.Ф. Межпредметные связи в процессе обучения: учебное пособие. Ленинград: ЛГПИ им. А.И. Герцена, 1983. 88 с.

13. Федосеев В.М. Научно-исследовательская работа со студентами как форма интеграции инженерной и математической подготовки в учебном процессе вуза // Интеграция образования. 2016. Т. 20, №1. С. 125–133.

14. Чапаев Н.К. Теоретико-методологические основы педагогической интеграции. Екатеринбург, 1998. 462 с.

15. Широкова О.А. Формирование исследовательской компетентности будущих учителей информатики при обучении объектно-ориентированному программированию // В книге: Инновации в современной системе образования: подходы и решения, § 5.5, отв. ред. А.Ю. Нагорнова. Ульяновск, 2016. С. 367–381.

16. Широкова О.А. Особенности обучения учащихся объектно-ориентированному и визуальному программированию // Математическое образование в школе и вузе: теория и практика (MATHEDU-2015). Материалы V Межд. научно-практической конференции. Отв. ред. Н.В. Тимербаева, 2015. С. 259–265.

17. Gainutdinova T.U., Shirokova O.A. Features of Professional Teachers Training of Informatics in a Programming Course // Сборник IFTE 2016. Vol. XII, P. 1–451 (July 2016) The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS – Международный Форум по Педагогическому Образованию. Казань, 2016 С. 30–37.

18. Gainutdinova T.Yu., Denisova M. Yu., Shirokova O.A. The use of dynamic geometry systems as a means of visual thinking activation for students who study mathematical analysis // Сборник IFTE 2017. Vol. XII, P. 1–451 (July 2016) The European

Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS – Международный Форум по Педагогическому Образованию. Казань, 2016. С. 30–37.

19. Gainutdinova T.Y., Denisova M.Y., Shirokova O.A. The use of digital and information technologies in order to increase the effectiveness of mathematical education // Talent Development and Excellence. 2020. Vol. 12. P. 188–198.

20. Gainutdinova T.Yu., Denisova M.Yu., Smirnova A.V., Shakirova Z.F., Shirokova O.A. The use of dynamic geometry systems as a means of visual thinking activation for students who study mathematical analysis // IIOAB J. 2019. Vol. 10. P. 1–5.

21. Ziatdinov R., Rakuta V.M. Dynamic geometry environments as a tool for computer modeling in the system of modern mathematics education // European J. of Contemporary Education. 2012. No 1 (1). P. 93–100.

EFFECTIVENESS OF INTEGRATED LEARNING IN MATHEMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGY

O. A. Shirokova¹, [0000-0002-2883-0415], T. Yu. Gainutdinova², [0000-0002-4544-2115],
M. Yu. Denisova³, [0000-0003-3081-2811]

¹²³ Kazan Federal University, Kazan

¹shirokova2602@mail.ru, ²tgainut@mail.ru, ³denisova_mar@mail.ru

Abstract

The article proposes a methodology related to the use of integrated project tasks in teaching mathematics, based on the practical application of the acquired knowledge in mathematical disciplines in conjunction with computer modeling and programming. Examples of specific integrated project tasks are presented.

Keywords: *mathematical education, computer technologies, integrated project tasks, computer mathematical modeling, programming*

REFERENCES

1. Bezrukova V.S. Integration processes in pedagogical theory and practice. Yekaterinburg: Publishing house of the Russian state prof.-ped. Un-ta, 1994. 152 p.

2. *Belenky G.I.* Mezhpredmetnye svyazi // Improving the content of education in school. Moscow: Pedagogika, 1985. P. 253–270.

3. *Gainutdinova T.Yu., Denisova M.Yu., Shirokova O.A.* The use of innovative teaching methods in the formation of professional competencies of future teachers of mathematics // Pedagogical education in a changing world: Collection of scientific papers of the III International Forum on Pedagogical Education: part 1. Kazan: Otechestvo, 2017. P. 147–156.

4. *Gainutdinova T.Yu., Shirokova O.A.* Features of professional training in programming of the future teacher of informatics // The program and theses of the II International Forum on Teacher Education (IFPO-2016). Kazan: Kazan University, 2016. P. 231–232.

5. *Dalinger V.A.* Computer technologies in teaching geometry: method. recommendations. Omsk: OmSPU Publishing House, 2001. 33 p.

6. *Denisova M.Yu.* Application of the interactive GeoGebra environment in the study of a certain integral // Materials of the VI International Scientific and Practical Conference "Matem. education at school and university: Theory and practice (MAT-THEDU-2016)", November 25–26, 2016. Kazan, Kazan Publishing House, 2016. P. 218–220.

7. *Lukankin G.L.* Information-categorical approach to teaching mathematics to younger schoolchildren // Informatika i obrazovanie. 2000. No. 1. P. 81–84.

8. *Vasilyeva L.N., Merlina N.I., Svetlova N.I.* Interdisciplinary integration of mathematics and informatics in the system of formation of professional and mathematical competence of students of technical areas of training // Series: Pedagogy, psychology. 2015. No. 2 (21). P. 19–23.

9. *Pavlov A.N.* Integrated course of mathematics and computer science in senior specialized classes: dis. ... Candidate of Pedagogical Sciences. M., 2002. 290 p.

10. *Polunina I.N.* Integration of mathematics and computer science courses as a factor of optimization of general professional training in secondary vocational school: dis. ... candidate of pedagogical sciences. Saransk, 2003. 207 p.

11. *Solonin V.V.* Systems of computer mathematics as a means to achieve a high level of integration of physics and mathematics in personalized education // Problems

of modern mathematical education in pedagogical universities and schools of Russia: abstracts of the III All-Russian Scientific Conference. Kirov: VGGU, 2004. P. 128–129.

12. *Fedorets G.F.* Mezhpredmetnye svyazi v protsesse obucheniya: uchebnoe posobie. Leningrad: LGPI im. a.I. Herzen, 1983. 88 p.

13. *Fedoseev V.M.* Research work with students as a form of integration of engineering and mathematical training in the educational process of the university // Integration of education. 2016. Vol. 20, no. 1. P. 125–133.

14. *Chapaev N.K.* Theoretical and methodological foundations of pedagogical integration. Yekaterinburg, 1998. 462 p.

15. *Shirokova O.A.* Formation of research competence of future computer science teachers in teaching object-oriented programming // In the book: Innovations in the modern education system: approaches and solutions, § 5.5, ed. by A.Yu. Nagornov. Ulyanovsk, 2016. P. 367–381.

16. *Shirokova O.A.* Features of teaching students object-oriented and visual programming // In the collection: Mathematical education at school and university: theory and practice (MATTHEDU-2015), Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference. Ed. by N.V. Timerbayev, 2015. P. 259–265.

17. *Gainutdinova T.U., Shirokova O.A.* Features of Professional Teachers Training of Informatics in a Programming Course // IFTE 2016. Vol. XI., P. 1–451 (July 2016). The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS. P. 30–37.

18. *Gainutdinova T.Yu., Denisova M. Yu., Shirokova O.A.* The use of dynamic geometry systems as a means of visual thinking activation for students who study mathematical analysis // IFTE 2017. The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS. Vol. XII. P. 30–37.

19. *Gainutdinova T.Y, Denisova M.Y, Shirokova O.A.* The use of digital and information technologies in order to increase the effectiveness of mathematical education // Talent Development and Excellence. 2020. Vol. 12. P. 188–198.

20. *Gainutdinova T.Yu., Denisova M.Yu., Smirnova A.V., Shakirova Z.F., Shirokova O.A.* The use of dynamic geometry systems as a means of visual thinking activation for students who study mathematical analysis // IIOAB J. 2019. Vol. 10. P. 1–5.

21. Ziatdinov R., Rakuta V.M. Dynamic geometry environments as a tool for computer modeling in the system of modern mathematics education // European J. of Contemporary Education. 2012. No 1 (1). P. 93–100.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



ШИРОКОВА Ольга Александровна – доцент, кафедра высшей математики и математического моделирования, Казанский федеральный университет, Казань.

Olga Aleksandrovna SHIROKOVA – Associate Professor of the Department of Higher Mathematics and Mathematical Modeling, Kazan Federal University, Kazan.

Email: shirokova2602@mail.ru

ORCID: 0000-0002-2883-0415.



ГАЙНУТДИНОВА Татьяна Юрьевна – доцент, кафедра педагогика высшей школы, Казанский федеральный университет, Казань.

Tatyana Yuryevna GAINUTDINOVA – Associate Professor of the Department of Pedagogy of Higher Education, Kazan Federal University, Kazan.

Email: tgainut@mail.ru

ORCID: 0000-0002-4544-2115.



ДЕНИСОВА Марина Юрьевна – доцент, кафедра общей математики, Казанский федеральный университет, Казань.

Marina Yuryevna DENISOVA – Associate Professor of the Department of General Mathematics, Kazan Federal University, Kazan.

email: denisova_mar@mail.ru

ORCID: 0000-0003-3081-2811.

Материал поступил в редакцию 15 марта 2021 года