

УДК 378  
ББК 74.4

DOI: 10.25683/VOLBI.2020.53.452

**Melnikov Yury Borisovich**,  
Candidate of Physics and Mathematics,  
Associate Professor of the Department of Chess Art  
and Computer Mathematics,  
Institute of Management and Information Technologies,  
Ural State University of Economics,  
Russian Federation, Yekaterinburg,  
e-mail: UriiMelnikov58@gmail.com

**Onokhina Elena Alexandrovna**,  
Candidate of Economic,  
Associate Professor of the Department of Chess Art  
and Computer Mathematics,  
Institute of Management and Information Technologies,  
Ural State University of Economics,  
Russian Federation, Yekaterinburg,  
e-mail: onohina@yandex.ru

**Lapteva Anna Victorovna**,  
Candidate of Engineering,  
Associate Professor of the Department of Chess Art  
and Computer Mathematics,  
Institute of Management and Information Technologies,  
Ural State University of Economics,  
Russian Federation, Yekaterinburg,  
e-mail: annalapteva@mail.ru

**Мельников Юрий Борисович**,  
канд. физ.-мат. наук,  
доцент кафедры шахматного искусства  
и компьютерной математики,  
Институт менеджмента и информационных технологий,  
Уральский государственный экономический университет,  
Российская Федерация, г. Екатеринбург,  
e-mail: UriiMelnikov58@gmail.com

**Онохина Елена Александровна**,  
канд. экон. наук,  
доцент кафедры шахматного искусства  
и компьютерной математики,  
Институт менеджмента и информационных технологий,  
Уральский государственный экономический университет,  
Российская Федерация, г. Екатеринбург,  
e-mail: onohina@yandex.ru

**Лаптева Анна Викторовна**,  
канд. техн. наук,  
доцент кафедры шахматного искусства  
и компьютерной математики,  
Институт менеджмента и информационных технологий,  
Уральский государственный экономический университет,  
Российская Федерация, г. Екатеринбург,  
e-mail: annalapteva@mail.ru

## ИТ И МАТЕМАТИКА: ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ И ИНТЕГРАЦИЯ

### IT AND MATHEMATICS: MUTUAL INFLUENCE AND INTEGRATION

13.00.02 — Теория и методика обучения и воспитания (математика, уровень высшего образования)  
13.00.02 — Theory and methods of teaching and upbringing (mathematics, level of higher education)

*В последние годы возникает ощущение, что ИТ вытесняют математику с ее привычного места в инженерных науках. Как следствие, набирает популярность идея частичного или даже полного вытеснения математики из системы образования. Это связано с неправомерным отождествлением математики с ее вычислительным аппаратом. По нашему мнению, это одностороннее представление о математике может привести к катастрофе не только для формирования кадрового потенциала российской экономики, но и для культуры в целом, поскольку математика является важным компонентом культуры (в частности, обогащающим ее языками с различными выразительными возможностями и уникальной грамматикой, в качестве примера можно привести язык геометрических чертежей), искусства, спорта и др. Интерес представляет теория и практика отражения в математических курсах различных аспектов математики, не ограничиваясь ее вычислительным аппаратом. Значение математики на современном этапе не становится меньше, просто ее роль становится другой и более разнообразной. Так, специализации программистов множатся и видоизменяются; кому-то требуется глубокое знание аналитической геометрии для работы с компьютерной графикой, компьютерной геометрией, моделированием в 3D, кому-то — знание численных методов и математической статистики, а кому-то достаточно базовых знаний математических курсов и одного из языков программирования. В данной работе мы провели*

*анализ основных направлений интеграции и взаимовлияния ИТ и классической математики. Рассматриваются различные аспекты взаимопроникновения, стимулирования развития и повышения эффективности использования математики и ИТ. Предпринята попытка выявления наиболее перспективных направлений взаимодействия между математикой и ИТ в период глобальной цифровизации.*

*In recent years, there has been a feeling that IT is displacing mathematics from its usual place in engineering. As a result, the idea of partial or even complete displacement of mathematics from the education system is gaining popularity. This is due to the incorrect identification of mathematics with its computing apparatus. In our opinion, this one-sided view of mathematics can lead to a disaster not only for the formation of the human resources of the Russian economy, but also for culture in general, since mathematics is an important component of culture (in particular, enriching it with languages with different expressive possibilities and unique grammar, as an example, we can cite the language of geometric drawings), art, sports, etc. Of interest is the theory and practice of reflection in mathematical courses of various aspects of mathematics, not limited to its computing apparatus. The significance of mathematics at the present stage is not diminishing; it is just that its role is becoming different and more diverse. Thus, the specializations of programmers are multiplying and changing; someone needs a deep knowledge of analytical geometry to work with computer graphics,*

*computer geometry, 3D-modeling, someone needs knowledge of numerical methods and mathematical statistics, and someone needs basic knowledge of mathematical courses and one of the programming languages. In this paper, we analyzed the main directions of integration and mutual influence of IT and classical mathematics. Various aspects of interpenetration, stimulating the development and increasing the efficiency of the use of mathematics and IT are considered. An attempt was made to identify the most promising areas of interaction between mathematics and IT in the period of global digitalization.*

*Ключевые слова: информационные технологии, компьютерные науки, математические методы, обучение математике, компьютерное моделирование, математическое моделирование, многоаспектное моделирование, интеграция, модели математики, языки математики.*

*Keywords: information technology, computer science, mathematical methods, teaching mathematics, computer modeling, mathematical modeling, multidimensional modeling, integration, models of mathematics, languages of mathematics.*

### Введение

В массовом сознании математика часто отождествляется с ее вычислительным аппаратом. Внедрение информационных технологий (ИТ) привело к тому, что вычислительный аппарат интегрируется не только в программное обеспечение профессиональной деятельности, но даже в быт. Таким образом, роль и место математики в цифровом обществе значительно изменились. Поэтому возникает идея отказа от изучения математики, что активно обсуждается в научной и методической литературе. Проблема состоит в том, что последствия этого могут быть губительны для образования, экономики, науки, инженерии и культуры. Поэтому тема исследования актуальна, что подтверждается публикациями по проблемам взаимодействия математики и ИТ, некоторые из которых приведены в списке литературы (ссылки приведены в соответствующих разделах статьи).

К рассмотрению этих проблем обращались крупнейшие математики XX века, такие как академик В. И. Арнольд («Антинаучная революция и математика»), английский математик Майкл Фрэнсис Атья, а также наши современники — математики В. Г. Климов, Е. Г. Газенаур, философ В. А. Шапошников и др.

При этом не выполнена конкретизация аспектов интеграции и взаимообогащения математики и ИТ, поэтому изучение и анализ этого вопроса представляется нам целесообразным.

Математика и ИТ не должны противопоставляться, они интегрированы в единый комплекс, это должно быть отражено в образовательном процессе. Во-первых, развитие математики становится все более связанным с потребностями разработки теоретических положений и реализации ИТ. В целом, математические модели становятся как более сложными, так и более разнообразными. Так, например, рост направления Big Data делает актуальным знание разделов классической математики, таких как математический анализ и линейная алгебра, теория вероятности и математическая статистика, методы оптимизации. Математика является ключом к пониманию алгоритмов и построению алгоритмического мышления. Во-вторых, математика не сводится к вычислениям, даже символическим, она интегрирована в культуру, искусство, в спорт, в компьютерные

науки и др. Оба эти пункта, т. е. усиление взаимовлияния математики и информационных технологий и повышение актуальности многоаспектного многопланового представления о математике, во многом обусловлены интеграцией математики и ИТ. **Целью** данной работы является анализ и выявление актуальных направлений интеграции математики и ИТ.

Данная постановка цели является оригинальной и в явном виде исследователями не формулировалась, что обусловливает **научную новизну** исследования.

Для достижения данной цели поставлены следующие **задачи**: 1) выделить перспективные направления интеграции информационных технологий и математики; 2) на основе анализа научной литературы оценить изменение роли и значения различных компонентов математического аппарата в условиях цифровизации; 3) определить значение вычислительного аппарата в условиях цифровизации; 4) оценить моделирование как направление интеграции математики и ИТ.

**Теоретическая значимость** работы состоит в выделении основных направлений интеграции информационных технологий и математики на основе авторской теории моделирования. **Практическая значимость** состоит в том, что, во-первых, результаты исследования используются авторами для корректировки содержания как математических курсов, так и дисциплин информационного блока. Во-вторых, результаты исследований применяются не только для формирования межпредметных связей, но и для внедрения ИТ в процесс изучения математики и более активного применения математики в содержании дисциплин информационного блока. Исходя из постановки цели мы ограничились компьютерным моделированием, не касаясь вопросов аппаратного и программного обеспечения, управления проектами, экономики ИТ-проектов и др.

### Основная часть

#### *А. Математика и ИТ: исторические параллели и аналогии*

Информационные технологии, так же как и математика, развивались как отклик на решение актуальных задач, предъявляемых обществом на конкретном этапе его развития.

Наряду с классической математикой, основанной на аксиоматическом подходе, источником современной математики является математика гармонии, основы которой сформулированы в трудах Платона. Ярким и наиболее известным примером математики гармонии является золотое сечение. Многие математики древних веков, такие как Фибоначчи, Пифагор, И. Кеплер, Л. Пачоли, развивали и совершенствовали положения математики гармонии. В 20 веке вновь возродился интерес к данной области математики. Работы ученых-математиков Н. Воробьева, В. Хогатта, Д. Бергмана, С. Вайда посвящены исследованиям в области математики гармонии, в частности теории чисел Фибоначчи [1], которая получила дополнительный импульс развития в 1963 г., когда в США была создана Ассоциация Фибоначчи. Основы математики гармонии, заложенные Платоном и Пифагором, воплотились в таких современных открытиях, удостоенных Нобелевских премий, как квазикристаллы [2] и фуллерены [3, 4].

История ИТ во многом аналогична истории математики, но темп процессов гораздо выше. Однако так же, как и в математике, роль гармонии в развитии ИТ чрезвычайно высока. В математике открытием оказалось существование чисел, не представимых в виде обыкновенной дроби, эти числа даже называли иррациональными. В компьютерных

науках основной системой счисления является двоичная. В период 1995—1997 гг. А. П. Стаховым [5] была разработана «троичная зеркально-симметричная система», использованная Н. П. Брусенцовым при создании компьютера «Сетунь». На основе чисел Фибоначчи и золотого сечения Джордж Бергман создал и предложил в 1957 г. систему счисления с иррациональным основанием, так называемую «Тау-систему», что имело революционное значение для компьютерных технологий. Было показано, что коды Фибоначчи и коды золотой пропорции можно рассматривать как обобщение двоичной системы счисления. В системе счисления Бергмана многие иррациональные числа представимы в виде конечной совокупности битов.

ИТ развиваются параллельно с математическими исследованиями и опираясь на них, в частности в системах искусственного интеллекта [6].

#### **Б. Интеграция математики и ИТ в экономических задачах**

Взаимодействие математики и ИТ для нужд экономики выражается в первую очередь в создании экономико-математических моделей [7, 8] и последующей реализации их в пакетах прикладных программ. Важную часть из них составляют модели оптимизации деятельности предприятий, в том числе экономической оптимизации качества [9], оптимизации управления и др.

Большое число программных продуктов обеспечивают поддержку в принятии эффективных экономических решений. Они основаны на таких математических моделях, как классические модели линейного программирования, модели финансового планирования, модели проектного управления, модели защиты информации. Важную роль играют имитационные модели.

#### **В. Математика и ИТ: интеграция понятий и методов**

Как математика, так и ИТ используют общенаучные методы. В компьютерных науках и ИТ применяются методы, разработанные в математике: аксиоматический метод; метод рассуждений «от противного», метод индукции; рекурсия и др. Применяются конкретные математические результаты алгебры, теории графов и математической логики, например в криптографических методах защиты информации. Задание объектов с помощью алгоритмов, характерное для ИТ, применяется и в математике, например в задачах на построение геометрической фигуры с помощью циркуля и линейки.

#### **Г. Обогащение математического аппарата с помощью цифровых технологий**

Математическая теория — это не только вычислительный аппарат, но и понятия, концепции, методы, математические утверждения и доказательства. Авторское представление математического аппарата представлено на рис. 1.



Рис. 1. Аппаратная модель математики

Цифровые технологии вносят свои коррективы и в теоретическую часть научных исследований [10]. В настоящее время разработаны компьютерные программы, которые используются для доказательства теорем. Например, если для доказательства факта требуется полный перебор, осуществить который «вручную» затруднительно. Одним из первых примеров такого рода было доказательство теоремы о четырех красках [11]. Основой для таких доказательств является аппарат математической логики, в частности алгебра предикатов.

Системы искусственного интеллекта в значительной мере строятся с использованием автоматических доказательств. Используются автоматические доказательства и в разработке интегральных схем и в создании нового программного обеспечения. В частности, когда в процессорах Pentium была обнаружена ошибка деления, стали более

основательно проверять корректность работы новых процессоров (AMD, Intel и т. д.) с использованием программ автоматического доказательства теорем. Корпорация Microsoft также применяет подобные программы для тестирования и проверки корректности последующих версий операционной системы Windows.

#### **Д. Математическая модель является основой компьютерной модели**

Обычно модель создается для решения некоторой конкретной задачи. Построение модели, как правило, предваряет корректная постановка задачи, потом создается предметная модель, которая преобразуется в математическую модель. Если для анализа математической модели требуется выполнение сложных алгоритмов или многократное применение алгоритмов, то создается компьютерная модель, включающая формализацию

алгоритмов, блок-схемы, определение классов (например, в объектно-ориентированном программировании), компьютерную программу и т. д. (рис. 2).

**Пример преобразования моделей при построении циклоиды.** *Описать траекторию движения точки на ободу железнодорожного колеса радиуса  $R$ , катящегося по ровному рельсу без скольжения.*

**Построение математических моделей.** *Построение физической модели.* Пренебрежем прогибанием рельса и искажением формы колеса.

*Построение динамико-геометрической модели.* Проведем сечение перпендикулярно оси через точку касания колеса с рельсом. Можно считать, что окружность радиуса  $R$  катится по прямой без скольжения. Фраза «без скольжения» в обозначениях рис. 3, а означает, что длина дуги  $PQ$  равна длине отрезка  $OQ$ .

*Построение математической модели.* Введем прямоугольную декартову систему координат. Координаты точки  $P$  обозначим через  $(x; y)$  и проведем дополнительные

построения (рис. 3, б). В результате несложных выкладок равенство длин дуги  $PQ$  и отрезка  $OQ$  преобразуется в уравнение

$$R \left( \frac{\pi}{2} + \arcsin \left( \frac{y-R}{R} \right) \right) = x + \cos \left( \arcsin \left( \frac{y-R}{R} \right) \right)$$

Нетрудно получить математическую модель в виде параметрического уравнения циклоиды:

$$\begin{cases} x = R(t - \sin(t)), \\ y = R(1 - \cos(t)). \end{cases}$$

**Построение компьютерных моделей.** В данном случае величина  $y$  как функция от  $x$  не является элементарной. Поэтому для приближенного вычисления ее значений придется строить компьютерную модель, причем пользователь и даже разработчик может не осознавать, что основой была математическая модель.

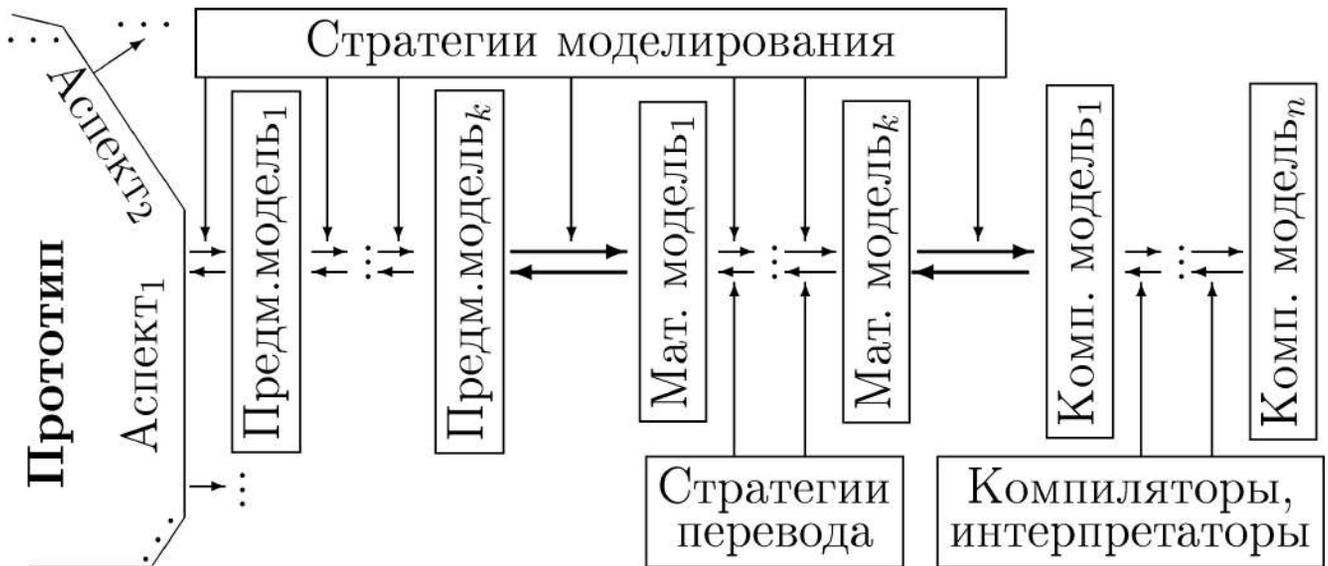


Рис. 2. Взаимодействие предметной, математической и компьютерной моделей

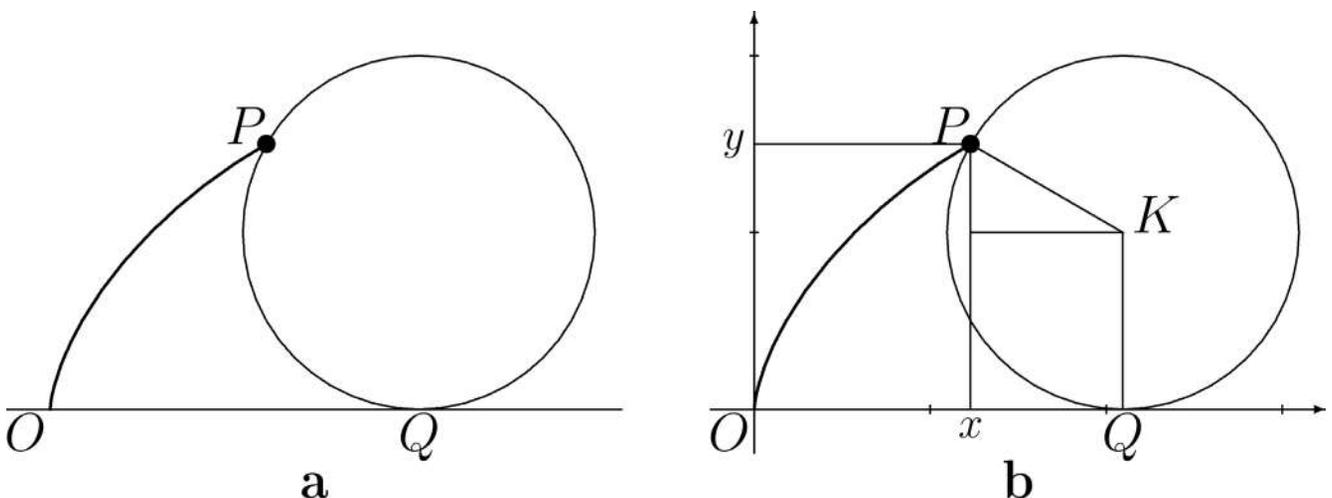


Рис. 3. Иллюстрация к примеру моделирования при построении циклоиды

Подавляющее большинство результатов собственно математических вычислений традиционно записывается в символьной форме: с использованием констант  $\pi$ ,  $e$  и др., значений элементарных функций, возможно, с иррациональными или даже комплексными значениями аргумента или функции. Поэтому переход к компьютерной модели обычно сопровождается неустранимой потерей точности. Например, математик вместо  $\sin^2 x + \cos^2 x$  автоматически напишет 1, но компьютер обычно «честно» проводит вычисления, в результате чего может получиться немного другое число. Стремительное совершенствование компьютерных систем привело к появлению программных продуктов, выполняющих так называемые «символьные вычисления», преобразования формул традиционными для математики способами. Таким образом, постепенно стирается грань между математической и компьютерной моделями.

### **Е. Математика как язык для описания компьютерной модели**

Интерфейс современных компьютерных программ все больше ориентируется на использование естественных языков и языков соответствующей профессиональной деятельности. Поэтому пользователь нередко не догадывается, что в основе программного продукта обычно явно или неявно используются математические языки. Математические языки лежат в основе программ для работы с базами данных, а тем более с базами знаний. Поэтому в настоящее время обучение IT-специалистов математическим языкам является актуальной задачей. В обучении математике зачастую важнее усвоение не итоговой формулы, а способность осуществить процесс ее получения.

**Пример 2.** Получить формулу для приближенного вычисления квадратного корня из числа.

**Комментарий.** Для IT-специалиста важно умение получить алгоритм. Один из вариантов построения алгоритма начинается с введения обозначения для искомой величины и приближения, полученного на произвольном шаге, причем номер этого шага тоже обозначен буквой. Итак, пусть  $n$  — исходное число,  $x_k$  — приближение, полученное на шаге с номером  $k$ . Важно, что правила выбора начального значения  $x_0$  полагаются после получения итерационной формулы. Положим

$$\begin{aligned} x_{k+1} &= x_k + D_k, \text{ и } |n - x_k^2| > |n - x_{k+1}^2|, \\ |n - (x_k + D_k)^2| &= |n - x_k^2 - 2x_k D_k - D_k^2| \leq \\ &\leq |n - x_k^2 - 2x_k D_k| + D_k^2. \end{aligned}$$

Выражение в правой части минимально при  $n - x_k^2 - 2x_k D_k = 0$ . Поэтому попробуем положить

$$x_{k+1} = x_k + D_k = x_k + \frac{n - x_k^2}{2x_k} = \frac{x_k^2 + n}{2x_k}.$$

Последующий анализ показывает, что этот итерационный процесс сходится для любого  $x_0$ . Условия прекращения итерации мы здесь обсуждать не будем. Отметим несколько фактов. Во-первых, описание итерационного процесса получено на одном из математических языков. Во-вторых, на наш взгляд, в обучении математике обычно уделяется чрезмерно много внимания ее вычислительному аппарату, в ущерб изучению математических языков. В-третьих, в настоящий момент не только в школьном курсе математики и курсе высшей математики, но нередко в курсе численных

методов мало уделяют внимания обучению построению итерационных процессов (см. выделения курсивом выше).

### **Ж. Математические модели могут быть формализацией компьютерных моделей**

Математическая модель не описывает реальность, она формализует экономические, физические и другие модели. Прототипом для математической модели может быть и компьютерная модель. Восстановление математической модели по компьютерной или создание новой математической модели может привести к созданию более эффективного метода решения задачи или обеспечить лучшую точность вычислений.

**Пример 4.** Из-за износа пресс-формы через каждые 100 заготовок толщина детали увеличивается на 1%. Пресс-форму надо менять, как только толщина детали увеличивается на 10%. Вычислить ресурс новой пресс-формы, представляющий собой целое число сотен деталей.

**Решение, основанное на исходном алгоритме,** предполагает последовательное умножение полученного к этому моменту числа на число 1,01, начиная с числа 1. В данном случае на 19-м умножении будет получено число 1,20811, т. е. ресурс составит 18 сотен деталей.

**Решение с помощью математического преобразования** основано на системе неравенств  $1,01^{n-1} < 1,2 \leq 1,01^n$ , откуда  $n - 1 < 18,32... \leq n$ .

Единственным целочисленным решением является  $n = 19$ . В данном случае объем перебора был ничтожным, но так бывает не всегда.

### **3. Информационные технологии и математика в обучении**

1. Студенты, обучающиеся по направлениям IT, математику должны рассматривать как элемент профессиональной подготовки, а не как элемент общей культуры. Математика используется для демонстрации возможностей IT, для описания алгоритмов и других компонентов IT [12, 13].

2. IT все чаще применяются в обучении математике: презентации, лабораторные работы, тестирование, подготовка материалов и др. [14, 15].

### **Выводы**

1. Выделены перспективные направления интеграции математики и IT.

2. Одним из проявлений интеграции математики и IT в обучении студентов информационных направлений подготовки является приоритет понятийного и языкового аппаратов математики. При изучении аналитического аппарата математики на первый план выходит потенциал и ограничения ее вычислительного аппарата.

3. При изучении математики самостоятельное создание и «ручное» выполнение алгоритмов важно для формирования алгоритмического мышления. Этой же цели служит изучение математической логики и теории алгоритмов.

4. Одно из направлений интеграции математики и IT состоит в усилении обучения построению моделей в курсе математики и курсов информационного профиля [16]. Перспективным оказалось создание моделей математических объектов.

5. Результатом интеграции IT, математики, физики, инженерии и др. является создание специализированных программных продуктов, которые успешно автоматизируют подбор и исследование моделей в определенных областях деятельности. Для того чтобы их повсеместное применение не привело к тотальной зависимости от иностранных разработчиков, российские специалисты не должны потерять компетенции в области создания математических моделей.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Chernov V. M. Fibonacci, tribonacci, ... , hexanacci and parallel “error-free” machine arithmetic // *Computer Optics*. 2019. Nov-Dec. Vol. 43. No. 6. Pp. 1072—1078.
2. Madison A. E., Madison P. A. Looking for alternatives to the superspace description of icosahedral quasicrystals // *Proceedings of the Royal Society a Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 2019. Vol. 475. No. 2221. URL: <https://doi.org/10.1098/rspa.2018.0667>.
3. Бухштабер В. М., Ероховец Н. Ю. Конструкции семейств трехмерных многогранников, характеристические фрагменты фуллеренов и многогранники Погорелова // *Известия РАН. Сер. : Математ.* 2017. Т. 81. Вып. 5. С. 15—91.
4. Formation of interstellar c60 from silicon carbide circumstellar grains / J. J. Bernal, P. Haenecour, J. Howe et al. // *The Astrophysical Journal Letters*. 2019. Vol. 883. No. 2. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/ab4206>.
5. Stakhov A. Numeral Systems with Irrational Bases for Mission-Critical Applications // *World Scientific*. 2017. 284 p.
6. Bozhkov L., Georgieva P. Deep learning models for brain machine interfaces // *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*. 2019.
7. Arkhipov B. V., Shapochkin D. A. Modeling oil spills in the sea // *Mathematical Models and Computer Simulations*. 2019. Vol. 11. Iss. 1. Pp. 107—120.
8. A Model of Information Warfare in a Society with a Piecewise Constant Function of the Destabilizing Impact / A. P. Mikhailov, A. P. Petrov, O. G. Proncheva, A. P. Mikhailov // *Mathematical Models and Computer Simulations*. 2019. Vol. 11. Iss. 2. Pp. 190—197.
9. Окрепилов В. В., Леонова Т. И. Модели оптимизации в экономике качества // *Экономическая наука современной России*. 2016. Т. 4. С. 22—29.
10. Атья М. Математика и компьютерная революция // *Известия РАН. Сер. : Математ.* 2016. Т. 80. № 4. С. 5—16.
11. Ламберов Т. Л. Понятие доказательства в контексте теоретико-типичного подхода, II: Доказательства теорем // *Вестник Томского гос. ун-та. Сер. : Философия. Социология. Политология*. 2019. № 48. С. 34—41.
12. Клековкин Г. А. К теоретическим основам обучения математике в цифровую эпоху // *Математическое образование в цифровом обществе : материалы XXXVIII Междунар. науч. семинара преподавателей математики и информатики ун-тов и пед. вузов*, 2019. С. 218—224.
13. Самраилова Е. К. К вопросу о математике в эпоху перехода к цифровым технологиям // *Современные тенденции развития системы образования (к 85-летию Чувашского республиканского института образования) : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. / Под ред. Н. С. Толстова, Ж. В. Мурзиной, О. Л. Богатырева. Чебоксары : Чуваш. республик. ин-т образования*, 2019. С. 136—140.
14. Zeynivandnezhad F., Bates R. Explicating mathematical thinking in differential equations using a computer algebra system // *International Journal of mathematical education in science and technology*. 2018. Vol. 49. No. 5. Pp. 680—704.
15. Блинова Т. Л. Подготовка учителя математики в цифровую эпоху // *Математическое образование в цифровом обществе : материалы XXXVIII Междунар. науч. семинара преподавателей математики и информатики ун-в и пед. вузов*, 2019. С. 55—57.
16. Боярский М. Д., Локшин М. Д., Мельников Ю. Б. Определение приоритетов обучения математике будущих экономистов и инженеров на основе моделей математики // *Современные проблемы науки и образования*. 2017. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=27321>.

## REFERENCES

1. Chernov V. M. Fibonacci, tribonacci, ... , hexanacci and parallel “error-free” machine arithmetic. *Computer Optics*, 2019, Nov-Dec, vol. 43, no. 6, pp. 1072—1078.
2. Madison A. E., Madison P. A. Looking for alternatives to the superspace description of icosahedral quasicrystals. *Proceedings of the Royal Society a Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 2019, vol. 475, no. 2221. URL: <https://doi.org/10.1098/rspa.2018.0667>.
3. Buchstaber V. M., Erokhovets N. Yu. Structures of the families of three-dimensional polyhedra, characteristic fragments of fullerenes and Pogorelov polyhedral. *News of RAS. Series: Mathematics*, 2017, vol. 81, iss. 5, pp. 15—91. (In Russ.)
4. Bernal J. J., Haenecour P., Howe J. et al. Formation of interstellar c60 from silicon carbide circumstellar grains. *The Astrophysical Journal Letters*, 2019, vol. 883, no. 2. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/ab4206>.
5. Stakhov A. Numeral Systems with Irrational Bases for Mission-Critical Applications. In: *World Scientific*, 2017. 284 p.
6. Bozhkov L., Georgieva P. Deep learning models for brain machine interfaces. In: *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*, 2019.
7. Arkhipov B. V., Shapochkin D. A. Modeling oil spills in the sea. *Mathematical Models and Computer Simulations*, 2019, vol. 11, iss. 1, pp. 107—120.
8. Mikhailov A. P., Petrov A. P., Proncheva O. G., Mikhailov A. P. A Model of Information Warfare in a Society with a Piecewise Constant Function of the Destabilizing Impact. *Mathematical Models and Computer Simulations*, 2019, vol. 11, iss. 2, pp. 190—197.
9. Okrepilov V. V., Leonova T. I. Optimization models in the economy of quality. *Economic science of modern Russia*, 2016, vol. 4, pp. 22—29. (In Russ.)
10. Atiyah M. Mathematics and the computer revolution. *News of the Russian Academy of Sciences. Series: Mathematics*, 2016, vol. 80, no. 4, pp. 5—16. (In Russ.)
11. Lamberov T. L. The concept of proof in the context of a type-theoretic approach, II: Proofs of theorems. *Bulletin of the Tomsk State University. Series: Philosophy. Sociology. Political Science*, 2019, no. 48, pp. 34—41. (In Russ.)

12. Klekovkin G. A. To the theoretical foundations of teaching mathematics in the digital era. In: *Mathematical education in a digital society. Materials of the XXXVIII Int. sci. seminar of teachers of mathematics and informatics of universities and pedagogical universities*, 2019. Pp. 218—224. (In Russ.)

13. Samrailova E. K. To the issue of mathematics in the era of transition to digital technologies. In: *Modern trends in development of the education system (to the 85<sup>th</sup> anniversary of the Chuvash Republican Institute of Education). Coll. of materials of the int. sci. and pract. conf.* Ed. by N. S. Tolstov, Zh. V. Murzina, O. L. Bogatyrev. Cheboksary, Chuvash Republican Institute of Education, 2019. Pp. 136—140. (In Russ.)

14. Zeynivandnezhad F., Bates R. Explicating mathematical thinking in differential equations using a computer algebra system. *International Journal of mathematical education in science and technology*, 2018, vol. 49, no. 5, pp. 680—704.

15. Blinova T. L. Training of a teacher of mathematics in the digital age. In: *Mathematical education in a digital society. Materials of the XXXVIII Int. sci. seminar of teachers of mathematics and informatics of universities and pedagogical universities*, 2019. Pp. 55—57. (In Russ.)

16. Boyarsky M. D., Lokshin M. D., Melnikov Yu. B. Determination of priorities for teaching mathematics to future economists and engineers based on mathematical models. *Modern problems of science and education*, 2017, no. 6. (In Russ.) URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=27321>.

**Как цитировать статью:** Мельников Ю. Б., Онохина Е. А., Лаптева А. В. ИТ и математика: взаимное влияние и интеграция // Бизнес. Образование. Право. 2020. № 4 (53). С. 445–451. DOI: 10.25683/VOLBI.2020.53.452.

**For citation:** Melnikov Yu. B., Onokhina E. A., Lapteva A. V. IT and mathematics: mutual influence and integration. *Business. Education. Law*, 2020, no. 4, pp. 445–451. DOI: 10.25683/VOLBI.2020.53.452.

УДК 372.881.111.1  
ББК 74.268.1

DOI: 10.25683/VOLBI.2020.53.427

**Mironova Lyubov Anatolyevna**,  
Senior Lecturer of the Department  
of General Humanities,  
Neftekamsk Branch  
of the Bashkir State University,  
Russian Federation, Neftekamsk,  
e-mail: lyuba.ribakova@yandex.ru

**Миронова Любовь Анатольевна**,  
старший преподаватель кафедры  
общегуманитарных дисциплин,  
Нефтекамский филиал  
Башкирского государственного университета,  
Российская Федерация, г. Нефтекамск,  
e-mail: lyuba.ribakova@yandex.ru

**Syutkina Marina Yuryevna**,  
Candidate of Philology,  
Associate Professor of the Department  
of General Humanities,  
Neftekamsk Branch of the Bashkir State University,  
Russian Federation, Neftekamsk,  
e-mail: marinasbgu@mail.ru

**Сюткина Марина Юрьевна**,  
канд. филол. наук,  
доцент кафедры общегуманитарных дисциплин,  
Нефтекамский филиал  
Башкирского государственного университета,  
Российская Федерация, г. Нефтекамск,  
e-mail: marinasbgu@mail.ru

## СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ НАВЫКОВ АУДИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

### THE SYSTEM APPROACH TO DEVELOPING LISTENING SKILLS USING INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

13.00.02 — Теория и методика обучения и воспитания  
13.00.02 — Theory and methodology of teaching and upbringing

В статье рассматривается возможность применения средств ИКТ для развития навыков аудирования у студентов при изучении иностранного языка. На примере научно-познавательного ресурса *Ted.com* предлагается система организации работы студентов, в том числе самостоятельной работы, которая позволяет сформировать у обучающихся навыки аудирования.

Аудирование является сложным навыком, развитие которого позволяет перейти к следующему этапу языковой подготовки — говорению. Однако часто в образовательной системе высшего звена аудированию уделяется

недостаточно времени, чтобы добиться эффективной и результативной подготовки. С одной стороны, это является следствием применения устаревших методов. С другой стороны, преподаватель неравномерно распределяет учебную нагрузку, делая упор на грамматическую либо лексическую сторону обучения.

Проведенный анализ методов обучения аудированию позволяет утверждать, что наиболее качественная подготовка студентов в данном аспекте проходит благодаря обучению их в русле системного подхода. В процессе обучения преподавателю приходится сталкиваться с определенными