

# Цифровые инструменты визуализации в подготовке студентов экономических вузов

## Digital Visualization Tools in Training Students of Economic Higher Education Institutions

Получено 10.06.2023 Одобрено 18.06.2023 Опубликовано 25.10.2023

УДК 378.14.015.62

DOI: 10.12737/1998-1740-2023-11-5-34-39

**Е.А. КОРМИЛЬЦЕВА,**  
ФГБОУ ВО «Финансовый университет  
при Правительстве Российской Федерации», г. Москва

e-mail: e.kormilceva@bk.ru

**Н.А. БУРМИСТРОВА,**  
ФГБОУ ВО «Финансовый университет  
при Правительстве Российской Федерации», г. Москва

e-mail: bur\_na\_a@mail.ru

**Н.Ю. СИМОНОВА,**  
ФГБОУ ВО «Финансовый университет  
при Правительстве Российской Федерации», г. Москва

e-mail: sim\_nu\_a@mail.ru

**В.И. СТАРИКОВ,**  
ФГБОУ ВО «Финансовый университет  
при Правительстве Российской Федерации», г. Москва

e-mail: vicstar@yandex.ru

**В.С. ФЕДОРОВА,**  
ФГБОУ ВО «Финансовый университет  
при Правительстве Российской Федерации», г. Москва

e-mail: v.s.fedorova.ru@yandex.ru

**E.A. KORMILTSEVA,**  
Financial University under the Government  
of the Russian Federation, Moscow

e-mail: e.kormilceva@bk.ru

**N.A. BURMISTROVA,**  
Financial University under the Government  
of the Russian Federation, Moscow

e-mail: bur\_na\_a@mail.ru

**N.YU. SIMONOVA,**  
Financial University under the Government  
of the Russian Federation, Moscow

e-mail: sim\_nu\_a@mail.ru

**V.I. STARIKOV,**  
Financial University under the Government  
of the Russian Federation, Moscow

e-mail: vicstar@yandex.ru

**V.S. FEDOROVA,**  
Financial University under the Government  
of the Russian Federation, Moscow

e-mail: v.s.fedorova.ru@yandex.ru

### Аннотация

Исследование посвящено вопросу повышения качества подготовки студентов экономических вузов с использованием средств визуализации учебного материала. Подчеркивается значимость для будущих экономистов умения формализовать экономические проблемы. Важная роль при этом отводится графическим моделям как средству визуализации количественных данных. Отмечено, что в рамках математической подготовки студенты экономических вузов изучают основы дифференциального и интегрального исчисления, что позволяет исследовать, анализировать и интерпретировать широкий спектр графических моделей. Рассмотрены преимущества цифровых технологий для визуализации учебного материала и исследования динамических экономико-математических моделей в процессе математической подготовки студентов экономического вуза. Демонстрируются возможности табличного процессора MS Excel и языка программирования Python, позволяющие формализовать конкретные экономические проблемы и выполнить внутримодельное решение. Проведен онлайн-опрос студентов экономических вузов города Омска по проблемным аспектам использования цифровых инструментов для визуализации экономико-математических моделей. Полученные выводы свидетельствуют о необходимости дальнейшего развития межпредметных связей дисциплин предметных областей «Экономика», «Математика», «Информатика и информационные технологии» в контексте цифровизации современного общества.

**Ключевые слова:** экономическое образование, математическая подготовка, экономико-математическая модель, формализация, визуализация, цифровые технологии, MS Excel, Python.

### Abstract

The study is devoted to the issue of improving the quality of training of students of economic universities using visualization tools for educational material. The importance for future economists of the ability to formalize economic problems is emphasized. An important role is given to graphical models as a means of visualizing quantitative data. It is noted that within the framework of mathematical training, students of economic universities study the basics of differential and integral calculus, which, in turn, allows them to explore, analyze and interpret a wide range of graphical models. The advantages of digital technologies for the visualization of educational material and the study of dynamic economic and mathematical models in the process of mathematical training of students of an economic university are considered. The capabilities of the MS Excel spreadsheet processor and the Python programming language are demonstrated, which make it possible to formalize specific economic problems and perform an intra-model solution. An online survey of students of economic universities in the city of Omsk was conducted on the problematic aspects of using digital tools for visualizing economic and mathematical models. The findings indicate the need for further development of integrative links between the disciplines of the subject areas "Economics", "Mathematics", "Computer Science and Information Technology" in the context of the digitalization of modern society.

**Keywords:** economic education, mathematical training, economic and mathematical model, formalization, visualization, digital technologies, MS Excel, Python.

Настоящее исследование посвящено проблеме повышения качества подготовки студентов экономических вузов с использованием средств визуализации учебного материала. Поскольку важное значение в подготовке будущих экономистов имеет умение формализации экономических проблем, то первостепенная роль при этом отводится графическим моделям как средству визуализации количественных данных.

Мы исследуем возможности использования средств визуализации учебного материала в рамках математической подготовки в экономическом вузе. При этом понятие «математическая подготовка» рассматривается как составляющая образовательного процесса, ориентированная на формирование математической компетентности студентов как готовности к использованию математических знаний, умений, владений, способов их приращения и творческого применения в изменяющихся социально-экономических обстоятельствах для решения профессиональных задач [3].

Известно, что термин «визуализация» (от лат. *visualis*, «зрительный») характеризует приемы представления информации в виде, удобном для зрительного восприятия и анализа. Проблема использования визуальных образов, формирования визуального мышления решается психолого-педагогической наукой давно. Известные ученые П.Я. Гальперин, Р. Грегори, В.А. Крутецкий, А.К. Тихомиров, А.Р. Лурия и др. в своих трудах исследуют закономерности психической деятельности человека, связанные со зрительным восприятием и позволяющие расширять возможности познавательной активности личности. Анализ публикаций демонстрирует многообразие взглядов на заявленную проблему, многообразие подходов к задаче формирования визуального мышления. Мы разделяем мнение большинства исследователей о том, что обычно студенты-гуманитарии лучше воспринимают слово, а студенты-технари – символы [1]. Использование в образовательном процессе визуальных образов конкретных объектов и процессов позволяет сгладить эти различия.

В контексте настоящего исследования представляется важным формирование визуального мышления при обучении математике, поскольку дисциплины предметной области «Математика» в рамках базовой подготовки требуют от студентов экономических вузов особого отношения ввиду необходимости формирования приемов формализации, что находит применение в дисциплинах профессионального цикла, обеспечи-

вая возможность формализации экономических проблем, их анализа и интерпретации.

Профессор В.А. Далингер, принимая во внимание важность принципа наглядности в математике, предлагает взглянуть на проблему шире, поскольку наглядные образы выполняют важные функции: приобретение, хранение и репродукция информации; создание превентивной программы поведения; эталонная функция; регулирование действий и т.д. [4]. В процессе математической подготовки ученый использует когнитивно-визуальный подход для формирования у студентов «математического зрения».

Результаты анализа научных исследований показали, что выделяют три группы средств визуализации: графики и диаграммы, схемы, визуализация текста. В рамках исследования нас будут интересовать возможности использовать графические средства визуализации количественных данных, позволяющие формализовать экономические проблемы, строить и исследовать экономико-математические модели.

Обратимся к терминологическому аспекту проблемы исследования. Термин «модель» происходит от латинского *modulus* (мера, образец). Под математической моделью будем понимать формализованный образ объекта, который генерирует наиболее важные черты и используется с целью упрощения исследования. В логике настоящей работы обратимся к выявлению конструктивных возможностей графических математических моделей, позволяющих описывать экономические объекты и процессы в целях исследования, управления и прогнозирования. Такие модели будем называть экономико-математическими [2].

В условиях цифровизации современного общества представляется важным в контексте исследования актуализировать преимущества цифровых образовательных ресурсов в качестве средства совершенствования предметных технологий обучения, в целом, и использования графических средств визуализации количественных данных, в частности.

В психолого-педагогической литературе термины «цифровизация» и «цифровое общество» имеют множество различных интерпретаций. В рамках настоящей статьи будем использовать термин «цифровой» в аспекте использования информационно-коммуникационных технологий [5].

Мы согласны с мнением исследователей о том, что цифровое общество представляет собой результат разработки и внедрения достаточно

сложных технологических инфраструктур, синтез которых составляет суть цифровизации [6]. Поскольку в настоящее время цифровые технологии интегрированы во все сферы жизнедеятельности общества, важнейшим компонентом концепции цифровизации является изменение современной педагогической практики в части переопределения роли субъектов образовательного процесса, которые взаимодействуют посредством информационно-коммуникационных технологий.

Учитывая вышесказанное, обратимся к детализации возможностей средств интегрального исчисления в процессе математической подготовки экономического вуза для формализации и анализа графических экономико-математических моделей. В качестве примера рассмотрим возможности определенного интеграла как инструмента экономико-математического моделирования.

При изучении раздела «Интегральное исчисление функции одной переменной» студенты осваивают различные методы интегрирования, а также используют геометрический смысл определенного интеграла (о площади криволинейной трапеции, заключенной под графиком интегрируемой функции) для моделирования экономических процессов и принятия решений. В этой связи представляется целесообразным включение в содержание учебного материала задачи о вычислении добавочной выгоды производителя и потребителя при известных функциях спроса и предложения на товар.

Рассмотрим графическую модель концепции добавочной выгоды производителя и потребителя (рис. 1).

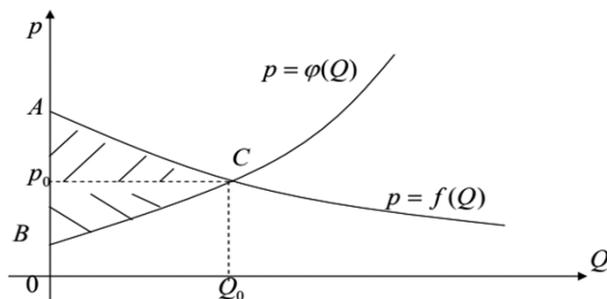


Рис. 1. Графическая модель концепции добавочной выгоды производителя и потребителя

Анализ графической модели (рис. 1) показывает, что координаты точки пересечения кривых спроса и предложения есть равновесная цена  $p_0$  и количество товара, реализуемое по этой цене  $Q_0$ . Поскольку товары поступают на рынок не-

большими партиями, равными  $\Delta Q$ , это является распространенной тактикой для поддержания цены товара выше равновесной. Формализуем общие затраты потребителей:

$$\int_0^{Q_0} f(Q)dQ.$$

**Добавочная выгода потребителя (излишек)** – это разность между ценой, которую покупатели готовы платить за продукцию, и рыночной ценой, которую производители готовы принимать за продукцию ( $p_0 Q_0$ ):

$$\int_0^{Q_0} f(Q)dQ - p_0 Q_0.$$

Формализуем общий доход производителя:

$$\int_0^{Q_0} \varphi(Q)dQ.$$

**Добавочная выгода производителя (излишек)** – это разность между ценой, которую производители готовы продавать продукцию, и рыночной ценой, которую покупатели готовы платить за продукцию ( $p_0 Q_0$ ):

$$p_0 Q_0 - \int_0^{Q_0} \varphi(Q)dQ.$$

Рассмотрим практическую задачу, используя для формализации представленную графическую модель.

**Задача.** Аналитический отдел компании «Добрый день», применяя метод наименьших квадратов, получил уравнения функций спроса и предложения на произведенную продукцию, а именно на пакетированный яблочный сок:  $Q_S = 15 + 2P$ ,  $Q_D = 30 - P$ . Вычислите излишек потребителя и излишек производителя. Сделайте вывод о дальнейшей динамике рынка данного товара и целесообразном поведении экономических агентов.

Решение: с помощью инструментов MS Excel построим графики функций спроса и предложений (рис. 2). Для этого необходимо выразить  $P$  через  $Q$ , то есть:

$$P_s = \frac{Q - 15}{2}, P_D = 30 - Q.$$

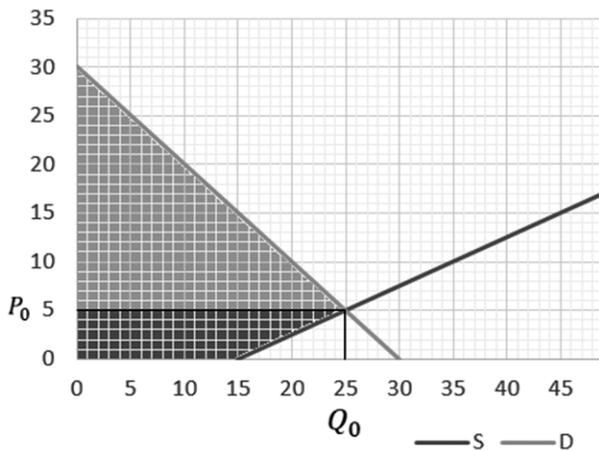


Рис. 2. Графическая модель рыночного равновесия

Следующий шаг: необходимо найти точку равновесия – точку пересечения графиков  $P_s$  и  $P_D$ , используя условие:  $P_s = P_D$ . Получаем

$$\begin{aligned} \frac{Q - 15}{2} &= 30 - Q \\ Q - 15 &= 60 - 2Q \\ Q_0 &= 25, P_0 = 5. \end{aligned}$$

Излишек потребителя (площадь верхнего треугольника) и излишек производителя (площадь нижнего треугольника) можно вычислить двумя способами: вычислить площади прямоугольных треугольников как половину произведения катетов; вычислить значение определенного интеграла.

#### I способ

Излишек потребителя:

$$\frac{(30 - 5) \cdot 25}{2} = \frac{625}{2} = 312,5.$$

Излишек производителя:

$$\frac{(25 + 15) \cdot 5}{2} = \frac{200}{2} = 100.$$

#### II способ

Излишек потребителя:

$$\begin{aligned} \int_0^{25} (30 - Q) dQ - 25 \cdot 5 &= [30Q - \frac{1}{2}Q^2]_0^{25} - 125 = 750 - 312,5 - 0 + 0 - 125 = \\ &= 312,5. \end{aligned}$$

Излишек производителя:

$$\begin{aligned} 25 \cdot 5 - \int_{15}^{25} \left(\frac{Q-15}{2}\right) dQ &= \left[\frac{1}{2}QdQ - [15dQ]\right]_{15}^{25} = 125 - \\ &- \left(\frac{Q^2}{4} - \frac{15}{2}Q\right)\Bigg|_{15}^{25} = 125 - (156,25 - 187,5 - 56,25 + \\ &+ 112,5) = 100. \end{aligned}$$

**Вывод:** если 25 единиц товара будет реализовано по 5 усл. ден. ед., то потребитель получит выгоду в размере 312,5 усл. ден. ед., а производитель – 100 усл. ден. ед. Поскольку  $312,5 > 100$ , то потребитель получает большую выгоду, нежели производитель. Однако, если изменить количество товара на рынке, то возможно снижение цены и увеличение добавочной выгоды экономических агентов.

Внутримодельное решение задачи можно выполнить, используя инструменты языка программирования Python. Python может выполнять арифметические операции не только как калькулятор. После импортирования функций модуля SymPy он может выполнять символьные преобразования:

```
from sympy import *
x = symbols('x')
c=25*5# Стоимость товара
cs=integrate((30-x),(x,0,25))-c
ps=c-integrate((x-15)/2,(x,15,25))
print('cs=',cs,'y.e. Излишек потребителя\nps=',ps,'y.e.
Излишек производителя')
cs= 625/2 y.e. Излишек потребителя
ps= 100 y.e. Излишек производителя.
```

Очевидно, что вне зависимости от способа внутримодельного решения получаем идентичные результаты.

Представляется важным отметить, что используемые при решении задачи средства визуализации динамики рыночного равновесия демонстрируют широкие возможности инструментария экономико-математического и компьютерного моделирования для формализации экономических проблем и оценки влияния различных факторов на формирование рыночной цены и динамику доходов экономических агентов.

В контексте исследуемой в статье проблемы был проведен онлайн-опрос студентов экономических вузов города Омска (Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Сибирский институт бизнеса и

информационных технологий) по проблемным аспектам использования цифровых инструментов для визуализации экономико-математических моделей. Опрос проведен в онлайн-формате с использованием сервисов Google. Общий объем статистических наблюдений составил 111 респондентов – студентов первого курса, изучающих дисциплины предметных областей «Экономика», «Математика», «Информатика и информационные технологии». Представим анализ результатов опроса (рис. 3–7).

1. В какой степени в процессе математической подготовки преподаватель использует визуальные средства представления учебной информации (графики, схемы, визуализацию текста и др.)?

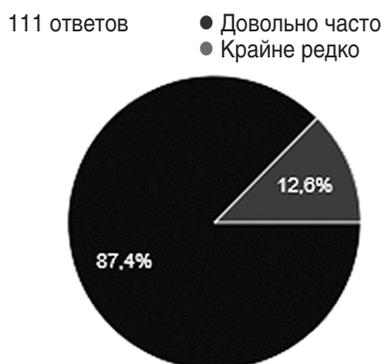


Рис. 3. Результаты ответов на вопрос 1

Анализ диаграммы (рис. 3) показывает, что более 87% опрошенных удовлетворены тем, насколько часто применяется визуализация учебной информации преподавателями, и почти 13% хотелось бы как можно чаще видеть применение средств визуализации в ходе учебных занятий.

2. Является ли целесообразной, по Вашему мнению, визуализация экономических проблем с использованием формализованных графических моделей?

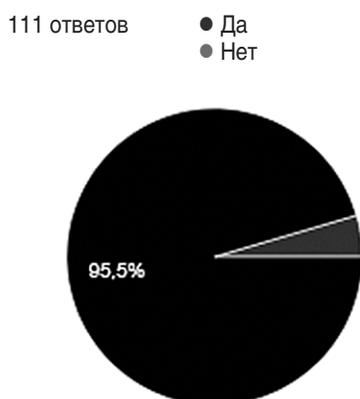


Рис. 4. Результаты ответов на вопрос 2

Результаты, представленные на диаграмме (рис. 4) демонстрируют, что большая часть студентов (более 95%) видит пользу в том, чтобы использовать графические модели при решении экономических проблем (рис. 4).

3. Владеете ли Вы цифровыми инструментами (MS Excel, Python и др.) для построения и исследования графических моделей?

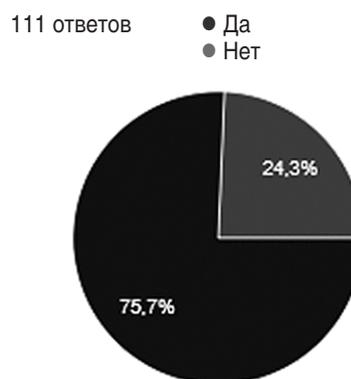


Рис. 5. Результаты ответов на вопрос 3

Анализ диаграммы (рис. 5) показывает, что почти четверть опрошенных указали, что не владеют в достаточной степени цифровыми инструментами для построения графических моделей.

4. В какой степени в процессе обучения Вы используете цифровые инструменты для графической визуализации экономических проблем?

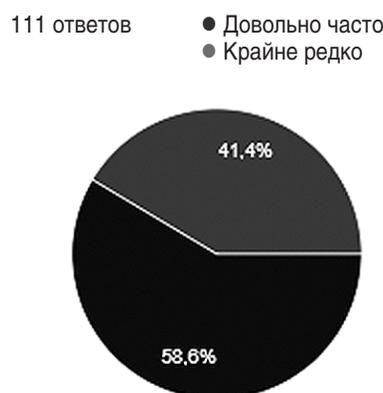


Рис. 6. Результаты ответов на вопрос 4

Результаты, представленные на диаграмме (рис. 6), демонстрируют корреляцию с ответами на предшествующий вопрос. Причем, если четверть опрошенных указали, что не владеют в достаточной степени цифровыми инструментами для построения графических моделей, то уже 41% опрошенных показали, что крайне редко применяют цифровые инструменты в процессе обучения.

5. Является ли необходимым, по Вашему мнению, в контексте цифровизации общества дальнейшее развитие межпредметных связей дисциплин предметных областей «Экономика», «Математика», «Информатика и информационные технологии»?

111 ответов ● Да  
● Нет

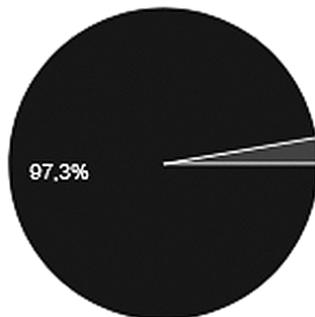


Рис. 7. Результаты ответов на вопрос 5

Анализ диаграммы (рис. 7) показывает, что развитие межпредметных связей таких дисциплин, как экономика, математика, информатика и информационные технологии, является важным направлением в глазах студентов в контексте цифровизации общества.

Таким образом, в результате проведенного исследования актуализирована значимость умения формализации экономических проблем для

будущих экономистов. Важная роль при этом отведена графическим моделям как средству визуализации количественных данных. На примере используемой в микроэкономике концепции добавочной выгоды производителя и потребителя показаны возможности интегрального исчисления для анализа и интерпретации графических моделей.

Представлены преимущества цифровых технологий, используемые для визуализации учебного материала и исследования экономико-математических моделей, в процессе математической подготовки студентов экономического вуза. Демонстрируются возможности табличного процессора MS Excel и языка программирования Python для формализации конкретных экономических проблем и внутримодельного решения.

В ходе исследования проведен онлайн-опрос студентов экономических вузов города Омска (Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Сибирский институт бизнеса и информационных технологий) по проблемным аспектам использования цифровых инструментов для визуализации экономико-математических моделей. Полученные выводы свидетельствуют о необходимости дальнейшего развития межпредметных связей дисциплин предметных областей «Экономика», «Математика», «Информатика и информационные технологии» в контексте цифровизации современного общества.

#### Список литературы

1. Акимова И.В., Титова Е.И. Визуализация как средство эффективного формирования математических знаний у студентов технических вузов // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. — 2019. — № 1. — С. 164–167.
2. Бурмистрова Н.А., Забудский Г.Г., Крутов А.В., Одинцова Е.А., Шамис В.А. Формирование конкурентоспособности выпускников экономического вуза средствами экономико-математического моделирования. // Фундаментальные исследования. — 2022. — № 10-1. — С. 26–31.
3. Бурмистрова Н.А., Шамис В.А. Математическая подготовка бакалавров экономики в условиях цифрового общества // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. — 2022. — Т. 11. — № 3. — С. 5–10.
4. Далингер В.А. Когнитивно-визуальный подход и его особенности // Электронный научный журнал «Вестник Омского государственного педагогического университета». 2006. URL: <http://www.omsk.edu/article/vestnik-omgpru-151> (дата обращения: 12.04.2023).
5. Добринская Д.Е. Что такое цифровое общество? // Социология науки и технологий. — 2021. — Том 12. — № 2. — С. 112–129.
6. Шильникова И.С., Зайкова И.В., Пашкова И.В. Термин DIGITAL в цифровом мире // Russian Linguistic Bulletin. — 2020. — Т. 22. — № 2. — С. 16–20.

#### References

1. Akimova I.V., Titova Ye.I. Visualization as a means of effective formation of mathematical knowledge among students of technical universities // Bulletin of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics. 2019, no1, pp. 164–167.
2. Burmistrova N.A., Zabudsky G.G., Krutov A.V., Odintsova E.A., Shamis V.A. Formation of the competitiveness of graduates of an economic university by means of economic and mathematical modeling. // Basic Research. 2022, no.10-1, pp. 26–31.
3. Burmistrova N.A., Shamis V.A. Mathematical training of bachelors of economics in a digital society // Bulletin of the Siberian Institute of Business and Information Technologies. 2022, vol.11, no.3, pp. 5–10.
4. Dalinger V.A. Cognitive-visual approach and its features // Electronic scientific journal “Bulletin of the Omsk State Pedagogical University”. 2006. Available at: <http://www.omsk.edu/article/vestnik-omgpru-151> (accessed 12 April 2023).
5. Dobrinskaya D.E. What is a digital society? // Sociology of science and technology. 2021, vol. 12, i. 2, pp. 112–129.
6. Shilnikova I.S., Zaikova I.V., Pashkova I.V. The term DIGITAL in the digital world // Russian Linguistic Bulletin. 2020, vol. 22, no. 2, pp. 16–20.