

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И.А.БУНИНА»

# НА ПЕРЕКРЕСТКАХ НАУК



МАТЕРИАЛЫ  
ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА  
СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНЫХ РАБОТ

(15 апреля – 28 мая 2022 г.)

Елец – 2022

УДК 53+5+004+37  
ББК 22.3+22.1+16+74  
**Н 12**

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Елецкого государственного университета им. И. А. Бунина  
от 27.01.2022, протокол № 1*

**Рецензенты:**

О.В. Тарасова, доктор педагогических наук, профессор  
(Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева);  
С.А. Рощупкин, кандидат физико-математических наук, доцент  
(Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина)

**Редакционная коллегия:**

Л.Н. Александрова, кандидат педагогических наук, доцент;  
А.А. Зайцев, кандидат физико-математических наук, доцент;  
Е.В. Игониная, кандидат физико-математических наук, доцент

**Н 12** На перекрестках наук: материалы Всероссийского конкурса студенческих научных работ (15 апреля – 28 мая 2022 г). – Елец: ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», 2022. – 282 с.

**ISBN 978-5-00151-301-8**

В сборнике представлены результаты научно-исследовательской деятельности участников Всероссийского конкурса студенческих научных работ «На перекрестках наук», проходившего в ЕГУ им. И.А. Бунина в период с 15 апреля по 28 мая 2022 г. Включенные в сборник научные статьи, посвящены актуальным проблемам физико-математических, технических и естественных наук, образования и педагогических наук, а также информатики и информационных технологий.

Сборник статей может быть интересен научным сотрудникам, преподавателям, аспирантам, студентам, интересующимся такими направлениями как физика и электроника; математика и ее современные приложения в экономике; синтез, качественный анализ и компьютерное исследование математических моделей; компьютерные технологии, программирование и информационная безопасность; инновационные методики и технологии обучения. Материалы опубликованы в авторской редакции.

УДК 53+5+004+37  
ББК 22.3+22.1+16+74

**ISBN 978-5-00151-301-8**

© ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», 2022

# ФИЗИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО РЫНКА ОСНОВНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ

*Бачурин В.А.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент Фортунова Н.А.<sup>2</sup>*

*Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец*

*e-mail: <sup>1</sup>vladislav.bachurin48@gmail.com, <sup>2</sup>fortuna@elsu.ru*

**Аннотация.** Кратко проанализировано современное состояние российского рынка телекоммуникационных услуг.

**Ключевые слова:** сигнал, телекоммуникации, информация, технологии.

## ASSESSMENT OF THE STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF THE RUSSIAN MARKET OF BASIC TELECOMMUNICATIONS SERVICES

*Bachurin V.A.*

*Scientific supervisor – Fortunova N.A.*

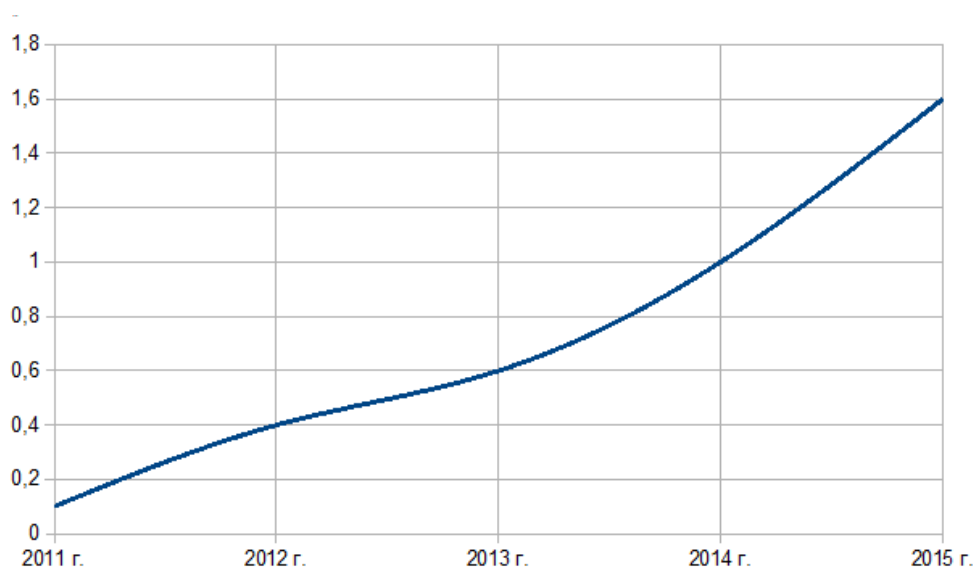
**Abstract.** The current state of the Russian market of telecommunication services is briefly analyzed.

**Keywords:** signal, telecommunications, information, technologies.

Развитие в нашей стране телекоммуникационного рынка выглядит следующим образом:

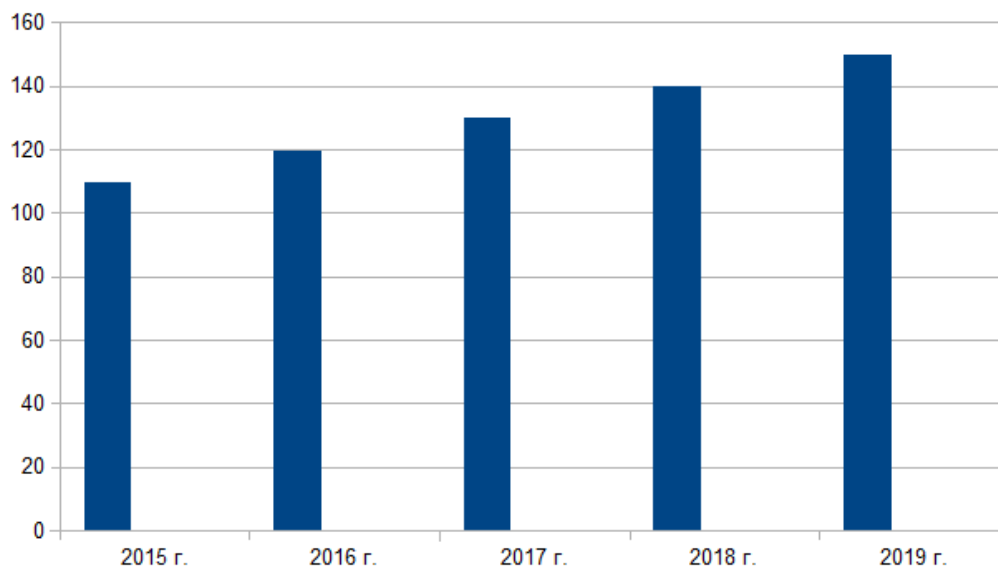
- стремительное развитие высокоскоростных технологий связи и доступа к сети Интернет;
- рост спроса и предложения на современные инфокоммуникационные услуги;
- рост спроса на качественный и разнообразный информационный, образовательный и развлекательный контент.

Объемы рынка мобильной связи на данный момент в разы превышают объемы рынка услуг фиксированного доступа в Интернет и фиксированной телефонии. Как показывает статистика, на сегодняшний день услуги мобильного доступа к сети Интернет являются самыми востребованными среди всех телекоммуникационных услуг, предлагаемых пользователям. На рис. 1 представлена динамика роста мобильной передачи данных по оценкам J'son & Partners Consulting в России на одного активного абонента.



*Рис. 1. Средний трафик на одного активного пользователя мобильной передачи данных, Гб/месяц*

Показатели суммарной активной абонентской базы мобильного Интернета выросли с 120 млн. абонентов в 2016 г. до более чем 150 млн. абонентов к концу 2019 г. (рис. 2).



*Рис. 2. Показатели активной абонентской базы мобильной передачи данных в России, млн. SIM-карт*

По мнению экспертов, основными катализаторами, которые способствуют росту абонентской базы и среднего трафика мобильной передачи данных являются:

- стремительный рост уровня проникновения смартфонов среди пользователей мобильной связи;
- внедрение с каждым годом новых и более высокоскоростных технологий передачи данных (DC-HSPA+, VoLTE);



- увеличение уровня покрытия сетями мобильной связи 3G/4G в густонаселенных районах нашей страны;
- снижение стоимости услуг мобильного Интернета, что способствует его использованию практически всем владельцам смартфонов;
- популярность геолокационных сервисов (услуг, позволяющих определять текущее положение пользователя смартфона);
- популярность разнообразных видео-сервисов среди пользователей и как следствие рост доли «тяжелого» Интернет трафика;
- заинтересованность операторов связи в расширении своих сетей, а так же строительстве сетей более новых и перспективных поколений, в высокотехнологичном оснащении оборудования сетей.

Аналитиками отмечено, что по своей популярности мобильный доступ к сети Интернет сейчас полностью догнал фиксированный (рис. 3).

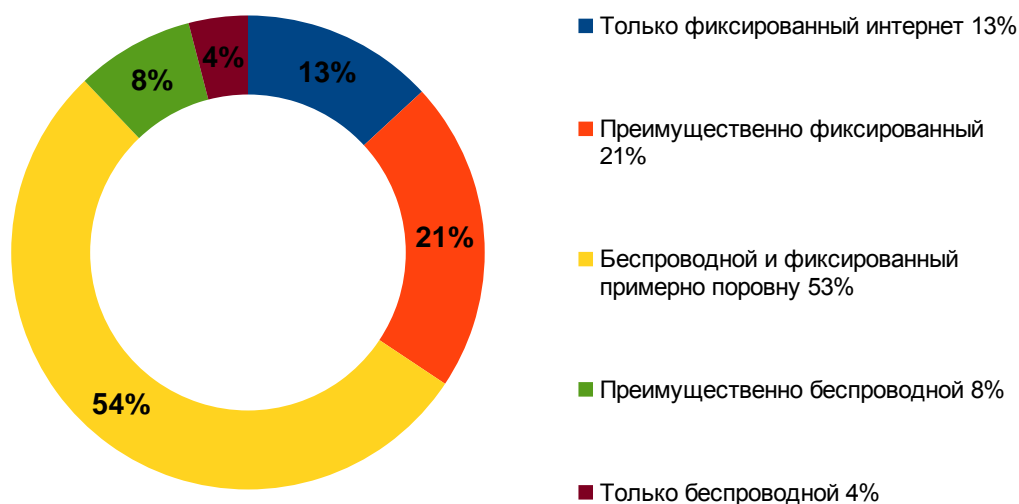


Рис. 3. Использование различных технологий доступа в Интернет

Данные показатели еще раз подтверждают актуальность внедрения операторами сотовой связи новых технологий для обеспечения высокоскоростного доступа к Интернет-ресурсам.

В настоящее время на территории страны идет активное развертывание сетей LTE. По сравнению с системами второго и третьего поколения, радиointерфейс LTE обеспечивает улучшенные технические характеристики. Ширина полосы пропускания данной технологии может варьироваться от 1,4 до 20 МГц, что выгодно операторам связи, обладающим различными полосами частот.

Технология LTE базируется на трех основных технологиях:

- мультиплексирование посредством ортогональных несущих OFDM;
- много антенные системы MIMO;

- эволюционная системная архитектура сети SAE (англ. System Architecture Evolution).

Дуплексное разделение каналов в технологии LTE может быть как частотным (FDD), так и временным (TDD), что позволяет операторам связи гибко подходить к использованию доступного частотного ресурса.

Под реализацию технологии LTE было выделено более 40 диапазонов частот, однако использование радиочастотного спектра для данной технологии имеет определенные региональные особенности. Так к примеру, в США наиболее распространенными являются диапазоны 700 МГц и парные частоты в диапазонах 1710-1755 МГц (передача) и 2110-2155 МГц (прием). В Европе – диапазоны 1800 МГц и 2600 МГц, а в перспективе еще и 800 МГц. В Японии первые запуски LTE состоялись в диапазоне 800/850 МГц; 1,5 ГГц; 1,7 ГГц и 2,1 ГГц. На (рис. 4) представлено соотношение наиболее используемых частотных диапазонов для технологии LTE.

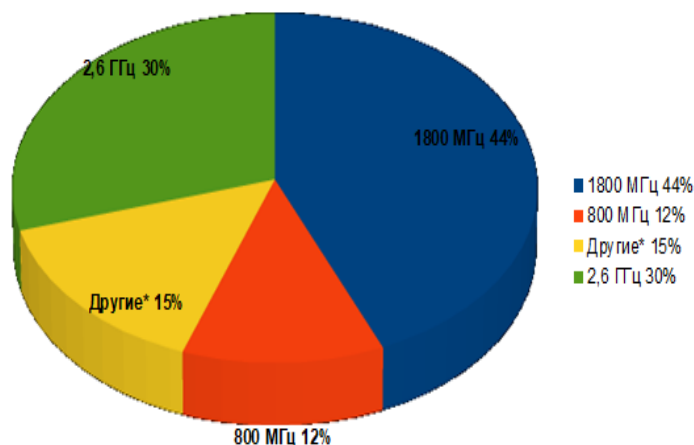


Рис. 4. Наиболее используемые в коммерческих сетях частоты LTE  
(\* 700 МГц, 2100 МГц, 1900 МГц, 850 МГц, 900 МГц)

Большой интерес к технологии LTE так же связан с введением принципа технологической нейтральности в нашей стране и рефармингом частот технологии GSM. В особенности это касается диапазона 1800 МГц, а в некоторых случаях – 900 МГц. Основными преимуществами диапазона 1800 МГц являются: наличие у операторов связи достаточно широких полос данного диапазона, а также его доступность в большинстве стран; зона покрытия сети при использования данного диапазона частот почти в два раза больше, чем в диапазоне 2600 МГц; возможность частичного переиспользования оборудования уже развернутых сетей предыдущих поколений (например, сети GSM-1800) при строительстве сетей четвертого поколения связи;

- повсеместная доступность пользовательского оборудования с поддержкой данного диапазона частот.

Под технологической нейтральностью использования радиочастотного спектра понимают возможность оператора связи использовать в вы-

деленной ему полосе частот ту или иную радиотехнологию без получения дополнительных специальных разрешений со стороны регулятора на отдельную технологию. При реализации принципа технологической нейтральности в процессе регулирования использования радиочастотного спектра определяют две условных составляющих юридическую и технологическую. Технологическая составляющая состоит в определении условий использования полос частот таким образом, чтобы обеспечить допустимый уровень взаимного помехового влияния между сетями различных операторов в общей полосе радиочастот и между системами в соседних полосах частот.

Реализация технологической составляющей происходит различными способами. Это обусловлено многообразием физических процессов возникновения помех между устройствами, а также сложностью законов распространения радиоволн и алгоритмов работы радиооборудования. Именно технологическая составляющая требует особого рассмотрения и согласования в рамках регулирования радиочастотного спектра при реализации технологической нейтральности.

Таким образом, внедрение принципа технологической нейтральности радиочастот в определенной мере определило дальнейшее развитие рынка телекоммуникационных услуг в нашей стране. Это позволило операторам связи, располагающим ограниченными частотными ресурсами, внедрять на уже имеющихся частотах новые технологии для оказания пользователям более широкого спектра услуг. Однако совместное функционирование систем подвижной радиосвязи в одном частотном диапазоне должно осуществляться при условии соблюдения требований электромагнитной совместимости (ЭМС).

#### **Список литературы**

1. Официальный сайт Электронного периодического издания «ВЕДОМОСТИ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/>
2. Официальный сайт J'son & Partners Consulting [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://json.tv/>
3. Официальный сайт Интернет-издания о высоких технологиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cnews.ru>
4. Портал о современных технологиях мобильной и беспроводной связи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://1234g.ru>

# ОЦЕНКА НА ОСНОВЕ SST НЕЙРОСЕТЕВОЙ СИСТЕМЫ СИНТЕЗА РЕЧИ

*Болоткан уулу Арсен<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент Шибайкин С.Д.<sup>2</sup>*

*Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, г. Саранск*

*e-mail: <sup>1</sup>arsen.curry@gmail.com, <sup>2</sup>shibaikinsd@mail.ru*

**Аннотация.** В статье рассматривается задача разработки системы синтеза русского языка на базе нейронных сетей, предлагаются методы оценки качества работы данной системы на базе существующих SST (Speech-to-Text System).

**Ключевые слова:** синтез речи, частота ошибок слов, частота фонемных ошибок, нейронная сеть.

## SST-BASED EVALUATION OF A NEURAL NETWORK SYSTEM OF SPEECH SYNTHESIS

*Bolotkan uulu Arsen*

*Scientific supervisor – Ph.D., Associate Professor Shibaikin S.D.*

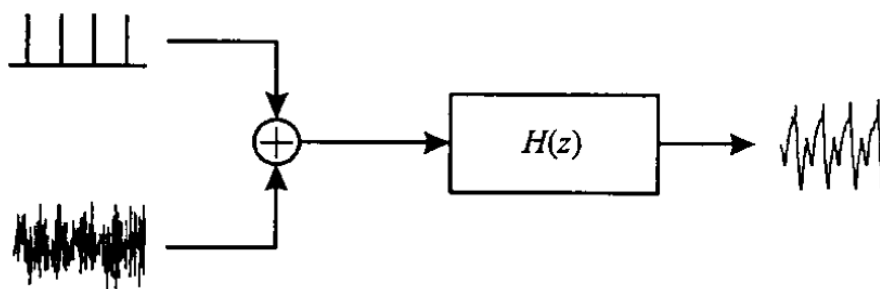
**Abstract.** The article considers the problem of developing a Russian language synthesis system based on neural networks and proposes methods for assessing the quality of this system based on existing SST (Speech-to-Text System).

**Keywords:** speech synthesis, word error rate, phonemic error rate, neural network.

**Актуальность.** Синтез речи уже сейчас применяется во многих областях науки и техники, так как это наиболее практичный и удобный способ представления информации. Существенные достижения в технологиях синтеза речи стали возможными благодаря увеличению производительности вычислительной техники, а также развитию математических методов и программных продуктов записи, исследования и обработки цифровой звуковой информации. Синтез речи можно применять в качестве голосового помощника: медицина (автоматическое информирование о необходимости пройти диспансеризацию, а также отвечать на звонки, сообщая в какое время принимает доктор), кол-центры (обзвон клиентов, сообщая им о тех или иных предложениях), интернет ресурсы (статус заказов, акции и т.д.), приложения на смартфон, в автомобилях (автоинформаторы о состоянии дорог и погодных условий), в учебных целях и т.д.

В работе рассматривается применение комплексной системы компьютерного озвучивания естественных языков TTS (Text-to-Speech) на основе нейронных сетей для русского языка. Исследуемая нейросетевая система состоит из рекуррентной сети прогнозирования признаков от последовательности к последовательности, сопоставляющая вложения характеристик с акустическими характеристиками, за которыми следует модифицированная модель WaveNet, действующая как вокодер для синтеза сигналов во временной области из предсказанных акустических характеристик.

**Существующие решения.** Основные подходы к синтезу речи разделяются на основе модели, используемой для создания результирующего параметрического, конкатенационного и артикуляционного синтеза. Артикуляционный синтез имеет целью моделирование всей системы создания речи, в то время как параметрический и конкатенационный скорее сосредотачиваются на собственном речевом сигнале и его моделировании, вместо того, чтобы пытаться точно имитировать голосовой тракт человека (рис. 1).



*Рис. 1. Упрощенная модель генерации речи*

В настоящее время в мире используются следующие нейронные системы TTS: Deep Voice 1, Deep Voice 2, Deep Voice 3 [10], Tacotron, Tacotron 2, Char2Wav [4, 7], Voiceloop и ClariNet. Deep Voice 1 и Deep Voice 2 сохраняют традиционный конвейер TTS, который имеет отдельные модели синтеза графемы в фонему, длительности фонемы, частоты и формы волны. Tacotron [9], Deep Voice 3 [8] и Char2Wav используют основанные на механизме внимания (attention) модели Sequence-to-sequence. Эти модели зависят от традиционного вокодера или отдельно обученного нейронного вокодера для преобразования предсказанной спектрограммы в необработанный звук. ClariNet, основанный на Deep Voice 3, является первой нейронной архитектурой преобразования текста в волну для TTS. Tacotron (1, 2) принимает символы в качестве входных данных и создает кадры спектрограмм, которые затем преобразуются в осциллограммы.

На сегодняшний день каждая из представленных архитектур имеет те или иные проблемы с итоговым звучанием речи. К основным проблемам можно отнести: правильность постановки ударения, выразительность речи, вопросительные и восклицательные предложения звучат с неестественной интонацией и т.д.

В общем виде любая система синтеза речи работает в два этапа: анализ текста (преобразование текста в промежуточное представление), синтез формы сигнала (из промежуточного представления в форму сигнала).

Интерфейс TTS (от входного текста до лингвистической спецификации): обработка текста рассматривает текст как входные данные для синтезатора и переделывает любой «нестандартный» текст в правильный «лингвистический» текст. Он принимает произвольный текст и выполняет задачу классификации письменного сигнала по его семиотическому типу

(естественный язык или другой), декодирования письменного сигнала в однозначное, структурированное представление и, в случае неестественного языка, вербализации этого представления для генерации слов. Задачи, выполняемые на первом этапе: предварительная обработка, разделение (сплитирование) предложений, токенизация, анализ текста (семиотическая классификация, декодирование / синтаксический анализ, вербализация), разрешение омографа, синтаксический анализ, предсказание просодии.

Декодирование текста (поиск слов в тексте) – это процесс разрешения неоднозначности. Возьмите обозначенное предложение и определите наилучшую последовательность слов. Существует много типов лингвистической двусмысленности: словесная, грамматическая и семантическая идентичность. В TTS необходимо сосредоточиться только на двусмысленности, которая влияет на фактический синтезированный звук. Это относится к вопросительным и восклицательным предложениям, а также омограммам. При нормализации текста удаляются заглавные буквы, прописываются цифры, разделяются знаки препинания. Система TTS должна распознавать сокращения, а затем их расширять до соответствующей фонемы. Для преобразования большинства их в слова можно использовать стандартные правила преобразования, хотя написание таких правил достаточно трудоемкое занятие. В качестве стандартного правила распознавания сокращений являются регулярные выражения (или их эквивалентные замены).

**Разработанная TTS система.** Рассматриваемая система синтеза речи состоит из рекуррентной сети прогнозирования признаков от последовательности к последовательности, которая отображает вложения символов на спектрограммы мелкомасштабного масштаба, за которыми следует модифицированная модель WaveNet [1], действующая как вокодер для синтеза сигналов во временной области из этих спектрограмм. Результирующая система синтезирует речь с просодией на уровне Tacotron и качеством звука на уровне WaveNet. Эта система может быть обучена непосредственно на основе данных, не полагаясь на сложную разработку функций, и обеспечивает современное качество звука, близкое к качеству естественной речи. Представление промежуточных объектов реализовано в виде низкоуровневого акустического представления: спектральных диаграмм малой частоты.

WaveNet – это авторегрессионная сеть, генерирующая распределение вероятностей следующей выборки с учетом некоторого сегмента предыдущих выборок. Целая последовательность выборок создается путем подачи ранее сгенерированных выборок обратно в модель. Образцы речи сжимаются в динамическом диапазоне с помощью преобразования по закону  $\mu$ , а затем квантуются до 8 бит. Для передачи вербальной и просодической информации WaveNet зависит от лингвистических и/или акустических особенностей. Функции кондиционирования повышаются до требуемой частоты и подаются в базовую волновую сеть через сеть кондиционирования.

Одной из особенностей WaveNet является то, что она не зависит от характеристик применяемых данных и может создавать генеративную модель на основе данных. В случае речи можно избежать различных предположений, основанных на предварительных знаниях, специфичных для речи. WaveNet может даже улавливать характеристики неречевых звуков, таких как дыхание и движения рта, что свидетельствует о большей гибкости этой модели. Входными данными является текст, а выходными данными мел-спектрограмма [6], низкоуровневое представление, полученное с помощью быстрого преобразования Фурье к дискретному аудиосигналу. Полученные спектрограммы все еще нуждаются в нормализации путем сжатия динамического диапазона. Это позволяет уменьшить естественное соотношение между самым громким и самым тихим звуком на записи. На основе вышеупомянутых преобразований звук кодируется в мел-спектрограмму. Текст маркируется и превращается в последовательность целых чисел. Все тексты нормализованы. После предварительной обработки, мы получаем наборы числовых массивов числовых последовательностей и мел-спектрограммы.

**Применяемые методы оценки синтезированной речи.** Спектрография является объективным методом, с помощью которого производится определение важных акустических характеристик голоса, прежде всего частота и амплитуда его основного тона, обертонов, участков высокой и низкой певческих формант, определяющей качественные характеристики голоса.

Методы оценки точности преобразования графемы в фонему бывают субъективные и объективные. Первые больше подходят для оценки генеративных моделей, но они требуют значительных ресурсов и сталкиваются с проблемами надежности, достоверности и воспроизводимости результатов. Наиболее известные методы субъективной оценки: MUSHRA, MOS [3, 5], где

$$MOS = \frac{\sum_{n=1}^N R_n}{N}.$$

Методы объективной оценки заключается в основном в количественной оценке модели TTS и синтезированной речи. Различия между сгенерированными образцами и реальными образцами обычно используются для оценки модели. Однако эти оценочные показатели могут лишь в определенной степени отражать способность модели обрабатывать данные и не могут по-настоящему отражать качество сгенерированной речи.

Можно выделить следующие способы объективной оценки просодии и точности синтезированной речи – частота ошибок слов и частота ошибок высказывания. Другим широко используемым методом объективной оценки разницы является мел-кепстральное искажение (MCD). Кепстр – это обратное преобразование Фурье от натурального логарифма модуля быстрого преобразования Фурье. Для исследования кепстра важно избавиться от постоянной составляющей входного и выделить только полезный сигнал, удалив тишину:

$$C_{s(q)} = \left(\frac{1}{2} * pi\right) \int_{-\infty}^{\infty} \ln|S(w)|^2 e^{i w q} dw,$$

где  $S(w)$  – спектр сигнала.

Частота фонемных ошибок (PER) – это расстояние Левенштейна между предсказанными последовательностями фонем и эталонными последовательностями фонем, деленное на количество фонем в эталонном произношении. Расстояние редактирования (также известное как расстояние Левенштейна) – это минимальное количество вставок, удалений и замен, необходимых для преобразования одной последовательности в другую. В случае нескольких выборок произношения слова в справочных данных используется выборка, имеющая наименьшее расстояние до кандидата:

$$PER = 1 - \frac{Cor - \max(0, SN - N)}{N},$$

где  $Cor$  – верно распознанные слова,  $SN$  – количество слов распознанной фразы,  $N$  – число слов в эталоне.

Частота ошибок слов (WER) – это процент слов, в которых предсказанная последовательность фонем точно не соответствует какому-либо эталонному произношению, количество ошибок слов делится на общее количество уникальных слов в эталоне. Метрика рассчитывается по формуле:

$$WER = \frac{I + D + S}{N},$$

где  $I$  – число операций вставки слов,  $S$  – число операций замены слов (неправильные слова),  $D$  – число операций удаления слов из распознанной фразы для получения эталона, а  $N$  – число слов в эталоне.

**Результаты.** Набор данных для русского языка получен из ILSP (6,0 часов, 10 спикеров мужского и женского пола, 16000 Гц, 2000 высказывания). Он содержит различные виды шума (шум, дыхание, откашливание, редко неправильное произношение). Оценка результата работы рассматриваемой системы синтеза речи с помощью теста на прослушивание (MOS), проведенного 100 испытуемыми показала значение близкое к оценке оригинальных записей (см. Таблица 1).

Таблица 1.

MOS оценка точности работы разработанной TTS

SST / Оценка	TTS	Оригинал
MOS	3.85	4.2

В качестве объективной оценки были рассмотрены WER, PER характеристики этого набора данных, полученные на системах распознавания речи (SST) Google, Sber и Yandex (см. Таблица 2).



Оценка точности работы разработанной TTS на базе SST

SST/Оценка	Google SST	Sber SST	Yandex SST
WER, %	6	11	6
PER, %	11	14	7

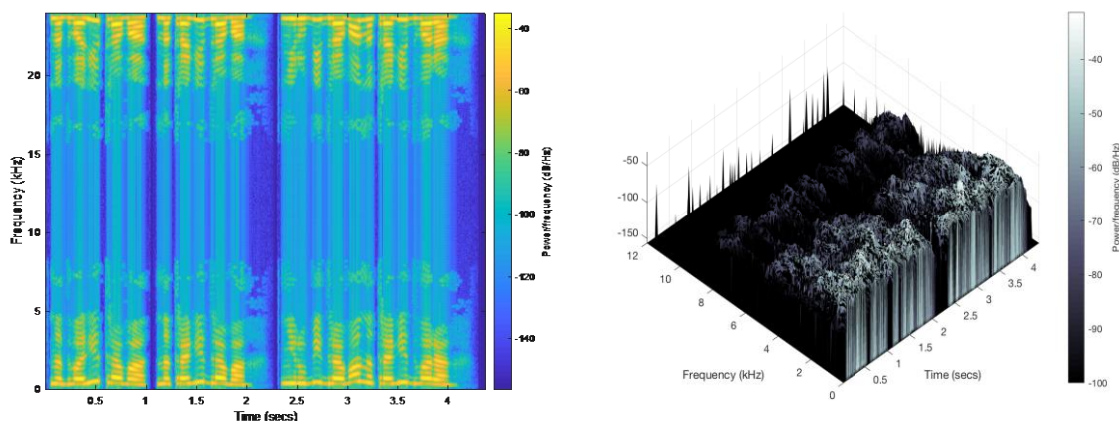


Рис. 2. Мел-спектрограмма (слева) и каскадная модель речи синтезированной фразы  
«На дворе трава, на траве дрова. Не руби дрова на траве двора!»

В ходе работы с данной TTS необходимо было также определить механизмы выравнивания, внимания и встраивания символов в кодировщик, для улучшения качества синтезированной речи. Разработанная система TTS для русского языка показала возможность применения нейронных сетей не только для анализа текста на русском языке, но и для качественной генерации речи с очень естественной просодией [4]. Оценки WER и PER показали хорошие результаты синтеза речи и распознавания синтезированной речи в системах SST.

### Список литературы

1. Aaron van den Oord, Sander Dieleman, Heiga Zen, Karen Simonyan, Oriol Vinyals, Alex Graves, Nal Kalchbrenner, Andrew Senior, and Koray Kavukcuoglu. Wavenet: A generative model for raw audio. arXiv preprint arXiv:1609.03499, 2016.
2. Zhong G., Wang L., and J. Dong, “An overview on data representation learning: From traditional feature learning to recent deep learning”, ArXiv, vol. abs/1611.08331, 2016.
3. ITUR Recommendation, “Bs. 1534-1. Method for the subjective assessment of intermediate sound quality (mushra),” International Telecommunications Union, Geneva, 2001.
4. Jose Sotelo, Soroush Mehri, Kundan Kumar, Joao Felipe Santos, Kyle Kastner, Aaron Courville, and Yoshua Bengio. Char2wav: End-to-end speech synthesis. 2017.
5. Ribeiro F, Florencio D, Zhang C, Seltzer M (2011) Crowdmos: An approach for crowdsourcing mean opinion score studies. In: 2011 IEEE international conference on acoustics, speech and signal processing (ICASSP), IEEE, pp 2416–2419
6. Shen J, Pang R, Weiss RJ, Schuster M, Jaitly N, Yang Z, Chen Z, Zhang Y, Wang Y, Skerrv-Ryan R, et al. (2018) Natural tts synthesis by conditioning wavenet on mel spec-

trogram predictions. In: 2018 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), IEEE, pp 4779-4783.

7. Sotelo J, Mehri S, Kumar K, Santos JF, Kastner K, Courville A, Bengio Y (2017) Char2wav: End- to-end speech synthesis.

8. Wei Ping, Kainan Peng, Andrew Gibiansky, Serkan O Arik, Ajay Kannan, Sharan Narang, Jonathan Raiman, and John Miller. Deep voice 3: 2000-speaker neural text-to-speech. Proc. ICLR, pages 214–217, 2018.

9. Yuxuan Wang, RJ Skerry-Ryan, Daisy Stanton, Yonghui Wu, Ron J Weiss, Navdeep Jaitly, Zongheng Yang, Ying Xiao, Zhifeng Chen, Samy Bengio, et al. Tacotron: Towards end-to-end speech synthesis. Proc. Interspeech 2017, pages 4006–4010, 2017.

10. Zhang W, Yang H, Bu X, Wang L (2019) Deep learning for mandarin-tibetan cross-lingual speech synthesis. IEEE Access 7:167884–167894.

## ОБНАРУЖЕНИЕ ТЕПЛОВОГО СИГНАЛА НА ФОНЕ ПОМЕХ С НАИБОЛЬШЕЙ ВЕРОЯТНОСТЬЮ

*Григориадис Г.М.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – Калиберда И.В.<sup>2</sup>*

*Пятигорский институт (филиал) СКФУ, г. Пятигорск.*

*e-mail: <sup>1</sup>georgisgrigoriadis@yandex.ru, <sup>2</sup>[kaliberda-igor@yandex.ru](mailto:kaliberda-igor@yandex.ru).*

**Аннотация.** Осуществление совершенствования метода формирования комплексов обнаружения объектов вторжения, путём разработки оптимального обнаружения шумового сигнала на фоне гауссовского шума.

**Ключевые слова:** гауссовский шум, отношение сигнал/шум, тепловое излучение человека, критерии Джонсона, корреляционная функция, коэффициент корреляции.

## DETECTION OF A THERMAL SIGNAL AGAINST THE BACKGROUND OF INTERFERENCE WITH THE HIGHEST PROBABILITY

*Grigoriadis G.M.*

*Scientific supervisor – Kaliberda I.V.*

**Abstract.** Implementation of the improvement of the method of formation of intrusion detection complexes by developing the optimal detection of a noise signal against the background of Gaussian noise.

**Keywords:** Gaussian noise, signal-to-noise ratio, human thermal radiation, Johnson estimate, correlation function, correlation coefficient.

На сегодняшний день существует множество пассивных инфракрасных извещателей, дальность действия которых составляет от 10 до 15 м с вероятностью обнаружения 90-95%. Дальность действия телевизионных детекторов движения при условиях работы видеокамер в помещении и условиях отсутствия плохих погодных условий и заграждающих конструкций (шкафы, стеллажи): при решении задачи обнаружения объекта решается в автоматическом режиме 50 м с вероятностью 50-60%; при решении задачи распознавания объекта в автоматическом режиме (без участия оператора)

2-5 м с вероятностью 25-30%. Дальность действия тепловизионных камер при решении задачи обнаружения и распознавания теплового объекта в десятки раз больше, но для вероятности обнаружения теплового объекта в автоматическом режиме порядка 95-98% необходима разработка методики принятия решений.

В связи с вышеприведенным возникла надобность усовершенствования метода формирования комплексов обнаружения объектов вторжения путём создания отдельных деталей для исключения имеющихся с целью создания новых методик и приобретения новых решений.

Важной задачей является улучшение методик проектирования оптических извещателей и измерения их начальных тактико-технических параметров, а именно, их взаимосвязь с теорией статистического обнаружения. В примерах [1], [2], [5], [6] рассматриваются вопросы, с приведёнными решениями этих задач, но нет связи с таким параметром как сигнал/шум с теорией статистического синтеза лучшего обнаружения шумового сигнала на фоне гауссовского шума.

При обнаружении объекта на экране, взаимосвязь сигнал/шум находится отношением сигнала изменения перед рассматриваемым объектом и фона к среднеквадратичному параметру шума. Для рассматриваемого объекта отношение сигнал/шум не максимально, при имеющейся освещённости на параметр контраста объекта от фона.

Значимое воздействие на способность идентифицировать объект, влияет на пиксели совместно с видеоизображением объекта. С потерей пикселей из-за размытия формы шумами дискретизации, падает параметр сигнал/шум. Скрывающее действие шумов дискретизации ведёт к уменьшению отдельных, первоначальных, незначительных деталей изображения объекта, то есть к уменьшению информативных форм в их границах изображения.

Тепловое излучение человека уже давно обнаруживается с помощью тепловизионных камер. Принцип действия: излучение фиксируется чувствительными элементами матрицы, либо болометра, затем преобразуется в электрический, обрабатывается процессором и далее передается на монитор.

Изображение человека в тепловизионной камере – это отражение интенсивного теплового излучения температуры разных частей организма, одежды и тела. По такому изображению практически невозможно определить черты объекта наблюдения.

Следует отметить, что для обычного наблюдения возможность выполнения задач по распознаванию и идентификации обладает совершенно определенным численным выражением, представленным в параметре плотности пикселей на метр.

Нормальные показатели критерия Джонсона для стандартной задачи, решаемой с вероятностью 50% в хорошем климате, с учетом специфики тепловизионных изображений показаны в таблице 1.

Таблица 1.

Типовые значения критерия Джонсона для задач наблюдения теплового излучения

Задача решаемая при наблюдении теплового излучения на основе критерия Джонсона	Кол-во пикселей по наименьшему размеру проекции объекта
Обнаружение	2
Распознавание	6
Идентификация	12

Получаемое при этом изображение показано на рис. 1.



Рис. 1. Изображение объекта в кадре с различным разрешением

В частности, эти показатели в большинстве случаев приводят как руководство по определению дальности работы тепловизора. При этом отметим, что эти значения были рассчитаны для выполнения соответствующих задач, вероятность которых составляла 50% в нормальных погодных условиях.

С учётом оригинальности изображения, приобретённого тепловизором, был воссоздан способ возможной оценки правильности решения выше рассматриваемых методов для тепловизионных камер, которое приобрело название «критерий Джонсона», в честь создателя задачи. Задача была создана практическим путём и несёт в себе размеры объекта в единицах пространственных измерений размеров картинки и высокой точности в различимости объектов, представленных для решения метода. Первоначально для решения метода Джонсона использовалась штриховая мира (периоду, состоящему из тёмной и светлой линий). Так как для видеонаблюдения удобнее взять за единицу отсчета элемент цифрового изображения, т.е. пиксель, то его чаще всего используют при оценке по критерию Джонсона.

Для воссоздания модели объекта используется внутренняя часть помещения с отведённым набором измерений параметров: размер помещения ( $x, y, z$ ), температурный режим ( $20 \div 24^\circ\text{C}$ ), частотный диапазон (ИК). Отталкиваясь от методов, исходящих от тепловизионных камер, моделируемый объект будет рассматриваться как тепловое, нормально-распределённое поле. Чтобы математически расписать такое поле, включающее в себя случайные процессы, в ходе работы [3] брались алгоритмы, которые воссоздавали случайные нормально распределённые поля с заданной корреляционной функцией.

Для создания поля в нужном направлении и нужного размера с наличием необходимых процессов, необходимо сформировать поля, использующие ряд случайных процессов с рассчитанными заранее заданных производных.

Для получения необходимой и точной достоверности корреляционной функции стандарту, определения ошибки, а также её сглаживания и решения, проверки правильности и адекватности фильтра, подтверждения коэффициентов корреляции, была создана последовательность решения на базе максимальной близости функции к идеалу. Разработанный алгоритм был исследован для надёжной работы до 16 знаков после запятой и построен на особенностях размерности, содержащихся в рассчитанных числах. Программное обеспечение, выдавшее индекс значений, воссозданной в Delphi 7, обозначает хорошо распределённый ряд, с нулевым математическим ожиданием и дисперсией, нужным и правильным значениям. Значение 103, при его корреляции обозначает собой  $\sigma$ -корреляцию. На рис. 2 рассматривается форма поля, собранного из ста данных в трёхмерном измерении.

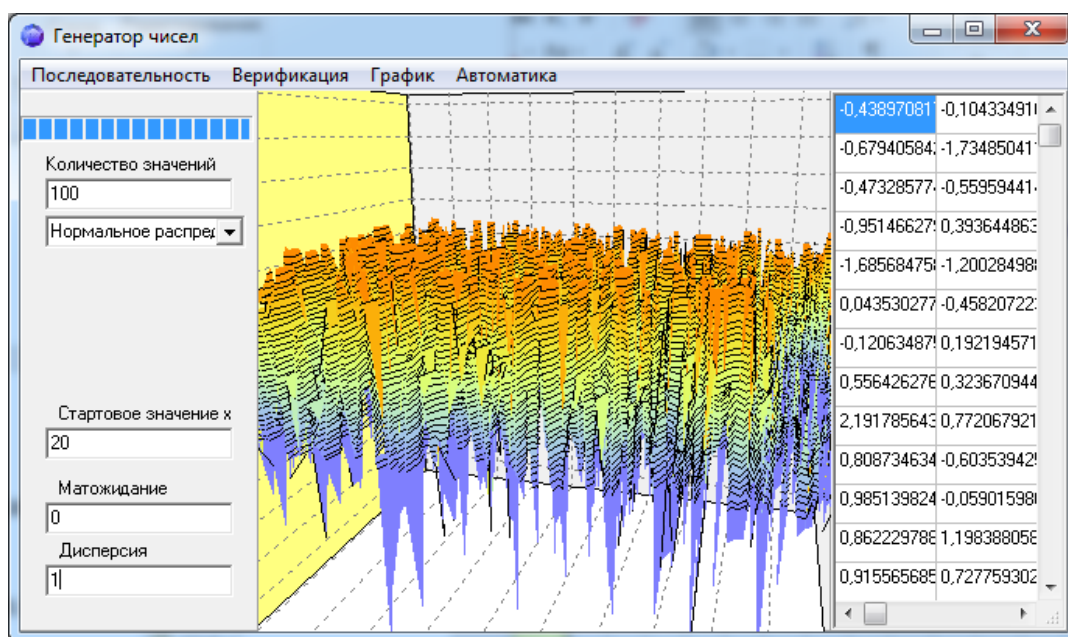
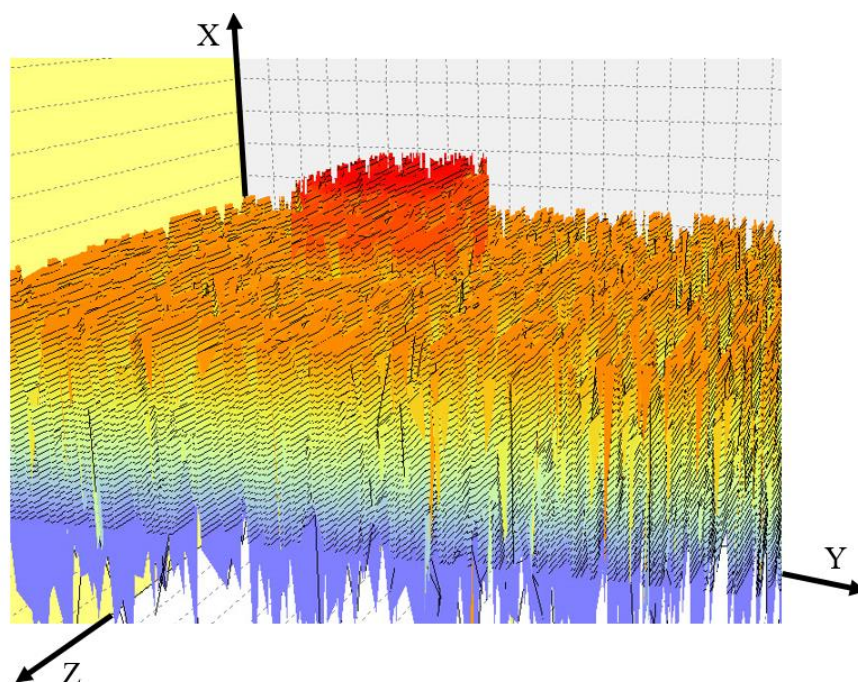


Рис. 2. Вид окна ПО «Генератор чисел» с последовательностью значений в трёхмерном виде



Таким же способом, чтобы воссоздать модель нарушителя в трёхмерном тепловом поле, всё рассматривается в виде множества точек в пространстве. Модель нарушителя в таком представлении является нужным сигналом, который определяем приёмник, как представлено на рис. 3. Для воссоздания объекта в модель защиты, воспользуемся объёмом среды (помещения) с известным набором значений: размер окна обнаружителя: высота, ширина ( $y, z$ ), температурный режим ( $20 \div 24^\circ\text{C}$ ), диапазон частот ( $8 \div 13,5 \text{ мкм}$ ). Отталкиваясь от методов поиска не активных инфракрасных обнаружителей, модель нарушителя будет показана в виде теплового поля, содержащего в себе случайные тепловые процессы. В рассматриваемой работе [3] были применены методы создания случайных нормально распределённых полей с базовой корреляционной функцией.

Чтобы математически описать такое поле, состоящее из сгенерированных процессов, рассматриваемое в методе [3] бралась исследуемая последовательность решения задач нормально распределенных полей с базовой частотой корреляции.



*Рис. 3. Тепловой срез (вид тепловизора) с изображением объекта в виде шумового сигнала на фоне теплового шума, собранного из 500 данных корреляционных функций в трёхмерном виде, где: ось  $X$  – температура;  $Y, Z$  – размер окна обнаружителя: высота, ширина*

С помощью данной модели можно провести анализ с целью обнаружения сигнала техническим средством. Корреляционная функция в нашем случае будет представлена монотонной не дифференцируемой моделью:

$$R(\tau) = \sigma^2 \cdot e^{-\alpha|\tau|} \quad (1)$$

где  $\sigma$  – среднеквадратичное отклонение теплового поля;  $\tau$  – координата оси абсцисс, временной интервал;  $\alpha$  – коэффициент корреляции, определяющий ее форму.

В формуле (1) важен коэффициент корреляции. Для незначительно меняющейся температуры модели нарушителя от температуры фона, тогда коэффициент корреляции будет находиться в промежутке от 0,8 до 0,9.

Для нахождения эффективной площади излучения необходимо определить его линейные размеры и сравнить их с типовыми. Средний рост мужчины в мире на сегодняшний день составляет 175 см, ширина на уровне бедер 45 см. Определить размеры объекта возможно после нахождения его месторасположения. С учётом формы теплового изображения человека в одежде можно описать его вытянутым эллипсоидом, как показано на рис. 4.

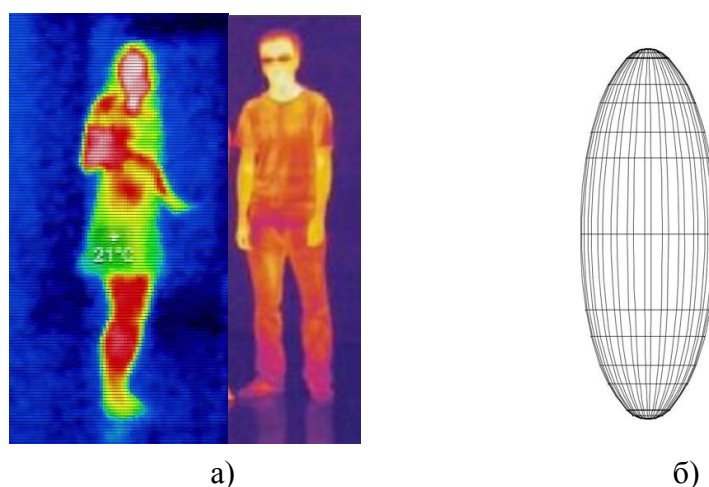


Рис. 4. Изображение: а) людей в ИК диапазоне; б) вытянутый эллипсоид

С учётом реальных размеров получим значение  $S = (0,04 \div 0,1) \text{ м}^2$ . Количественный показатель дальности обнаружения пассивного ИК приемника был найден в работе [4]. Получено адаптированное уравнение дальности пассивного приемника максимума дальности действия для ситуации объемный датчик и объект вторжения по формуле (2):

$$P_{\text{Прмmin}} = \rho_{\text{min}} \cdot k \cdot T_{\Sigma} \Delta f_{\text{ш}}, \quad (2)$$

где  $P_{\text{Прмmin}}$  – минимальная чувствительность приемника извещателя;  $\Delta f_{\text{ш}}$  – шумовая полоса приемника для оптимального фильтра,  $\Delta f_{\text{ш}} = \frac{\alpha}{T_{\text{н}}}$ .

Это позволяет сделать вывод, что на основе отношения сигнал/шум, можно определить изменение температуры поля на фоне теплового шума для усовершенствования тепловизионных камер.

#### Список литературы

1. Калиберда И.В., Макаров А.М. Автоматизированное проектирование технических систем охраны объектов информатизации методом имитационного моделирования на примере модуля «Система телевизионного наблюдения». Международное науч-

ное издание «Современные фундаментальные и прикладные исследования». – 2014. – № 2 (13). – С. 43-48.

2. Куликов Е.И., Трифонов А.П. Оценка параметров сигналов на фоне помех. – М.: Сов. Радио, 1978. – 296 с.: ил.

3. Макаров А.М., Калиберда И.В., Постовалов С. С. Исследование алгоритмов моделирования нормально распределенных процессов и полей с заданной корреляционной функцией. Научный журнал «Современная наука и инновации». Выпуск № 3 (15) – Пятигорск: Издательство ПФ СКФУ, 2016. – 300 с.

4. Макаров А.М., Писаренко Е.А. Методика использования основного уравнения пассивной локации в расчетах зон покрытия на охраняемых объектах информатизации [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 1. – Режим доступа: URL: [http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_111\\_Makarov\\_Pisarenko.pdf\\_b39b79f253.pdf](http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_111_Makarov_Pisarenko.pdf_b39b79f253.pdf). (Дата обращения: 28.04.2022).

5. Магауенов Р.Г. Системы охранной сигнализации: основы теории и принципы построения: Учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 367 с.

6. Трищенко М.А. Фотоприёмные устройства и ПЗС. Обнаружение слабых оптических сигналов. – М.: Радио и связь, 1992. – 400 с.: ил.

## ВОЗМОЖНОСТИ ПОДСИСТЕМЫ АСНИКА-П ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ОБЪЕКТА РЭС

*Канатъев К.А.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент Фортунова Н.А.<sup>2</sup>*

*Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец  
e-mail: <sup>1</sup>kostyakanatev2003@gmail.com, <sup>2</sup>fortuna@elsu.ru*

**Аннотация.** Моделирование – исследование объекта путем построения модели, изучения её и переноса полученных сведений на моделируемый объект на основании установленного взаимно однозначного соответствия (подобия) между рассматриваемыми элементами, процессами и функциями модели и объекта. Модель – условный образ объекта исследования находящийся в отношении подобия к этому объекту. Физический процесс – процесс, происходящий в соответствии с законами физики. В РЭС протекает множество разнородных физических процессов – это, прежде всего, электрические процессы в схемах, а также тепловые, механические и аэродинамические процессы в конструкциях.

**Ключевые слова:** моделирование, радиоэлектронные системы, модель, цепь, анализ, расчёт.

## CAPABILITIES OF ASONIKA-P SUBSYSTEM IN SIMULATION OF RES OBJECT

*Kanatev K.A.*

*Scientific supervisor – Fortunova N.A.*

**Abstract.** Modeling is the study of an object by constructing a model, studying it and transferring the information obtained to the object being modeled based on the established one-to-one correspondence (similarity) between the elements, processes and functions of the model and the object under consideration. The model is a conditional image of the object of



research located in relation to similarity to this object. A physical process is a process that takes place in accordance with the laws of physics. Many heterogeneous physical processes take place in the RES: these are primarily electrical processes in circuits, as well as thermal, mechanical and aerodynamic processes in structures.

**Keywords:** modeling, radio-electronic systems, model, circuit, analysis, calculation.

Особенностью моделирования при конструировании РЭС является построение нескольких моделей для одной конструкции, каждая из которых имеет подобие между определённой частью элементов, процессов и функций модели и моделируемого РЭС. Моделирование протекающих в аппаратуре тепловых, механических и аэродинамических процессов связано с понятиями «конструкция» и «модель». Под конструкцией понимаются форма и размеры прибора, расположение плат и электро-радиоэлементов на них, параметры элементов и материалов и т.п.

В настоящее время существует достаточно большое число пакетов программ, которые позволяют выполнять моделирование различных физических процессов. Эти пакеты позволяют рассчитывать электрические параметры, позволяют анализировать все устройство или его составные части на тепловые и механические воздействия. Интерфейс большинства таких пакетов программ обычно сложен и требуется довольно много времени для его освоения. Эти пакеты рассчитаны на специалистов, довольно сложны в освоении и мало подходят для изучения самих физических процессов, так как они предназначены для проектирования различных устройств. Кроме того, они имеют очень высокую стоимость.

Система АСОНИКА предназначена для анализа и обеспечения стойкости радиоэлектронных средств (РЭС) к комплексным тепловым, механическим, электромагнитным воздействиям, а также для автоматизации документооборота при проектировании РЭС. АСОНИКА состоит из ряда подсистем, между которыми поддерживается связь на уровне входных-выходных данных. Подсистемы позволяют комплексно моделировать большинство основных физических процессов для различных уровней иерархии современных РЭС. Учебная подсистема «АСОНИКА-П» предназначена для проектирования аппаратуры на основе макро моделирования электрических, тепловых, аэродинамических и механических процессов.

При решении задач проектирования РЭС, т.е. задач анализа и синтеза компонентов РЭС (например, параметрического синтеза, а также допускового анализа и синтеза), значительную роль играют методики, использующие анализ чувствительности выходных характеристик. Например, для достижения на стадии моделирования компонента РЭС выходных (внешних) характеристик, удовлетворяющих требованиям ТЗ требуется менять его номинальные параметры. В этом случае в первом приближении найти соответствующий параметр можно при помощи анализа чувствительности выходных характеристик. Первичные навыки в работе с чувствительностью можно приобрести при использовании модуля расчета функции чувствительности, интегрированного в подсистему АСОНИКА-П. В частотной и во временной областях для определенного класса схем при помощи

модуля пользователь может рассчитать функцию чувствительности и просмотреть полученные результаты в виде графиков, позволяющих наглядно представить поведение функции чувствительности по какому-либо параметру в зависимости от частоты либо времени соответственно.

Выходными данными модуля расчета функции чувствительности (класс *sns*) являются двумерный массив, содержащий рассчитанные значения функции чувствительности. В частотной и временной области массив содержит значения функции чувствительности для каждого рассчитываемого параметра в каждой точке расчета (что соответствует определенному дискрету частоты или времени); в статической области массив содержит только значения функции чувствительности для каждого рассчитываемого параметра – массив сделан двумерным только для унификации представления данных. Во временной области в связи с особенностями расчета проводится дополнительное разбиение по точкам, в которых задается значение выходной характеристики, создается одномерный массив, содержащий новые значения точек разбиения (табл.1).

Таблица 1.

Формат выходных данных

Тип	Массив	Описание
Double*	Sens	Результаты расчета
Double	SensTime	Значения точек разбиения

Также выходными данными являются файлы, содержащие описание результатов расчета. В описание входит заголовок, описывающий тип расчета (расчёт функции чувствительности в статической области, расчёт функции чувствительности в частотной области, расчёт функции чувствительности во временной области); номера и типы ветвей, по которым проводился расчет для частотной и временной областей – значение дискретов, по которым проводился расчет (частоты и времени соответственно) и значения функции чувствительности.

Файл для вывода результатов расчета в статической области называется *StatSense.txt* (от англ. *Static* – статический и *Sense* – чувствительность). Ниже приведен пример формата данных файла *StatSense.txt*:

Расчёт функции чувствительности в статической области:

```
Number of branch: 1 Type of branch: 200 sense = -2.94089e-07
Number of branch: 2 Type of branch: 200 sense = 2.94089e-09
```

где *Number of branch* – номер ветви, *Type of branch* – тип ветви (см. Таблицу 2), *sense* – значение функции чувствительности.

Файл для вывода результатов расчета в частотной области называется *FreqSense.txt* (от англ. *Frequency* – частотный и *Sense* – чувствительность). Ниже приведен пример формата данных файла *FreqSense.txt*:

Расчёт функции чувствительности в частотной области:

Number of branch: 1 Type of branch: 201 f = 1 sense=-4.59881e-06  
 Number of branch: 1 Type of branch: 201 f = 1.099 sense=-4.21136e-06  
 Number of branch: 1 Type of branch: 201 f = 1.198 sense=-3.88228e-06  
 Number of branch: 1 Type of branch: 201 f = 1.297 sense=-3.59969e-06

где Number of branch – номер ветви, Type of branch – тип ветви (см. таблицу типов), f – дискрет расчета в частотной области (частота), sense – значение функции чувствительности.

Файл для вывода результатов расчета в частотной области называется TimeSense.txt (от англ. Time – временной и Sense – чувствительность). Ниже приведен пример формата данных файла TimeSense.txt:

Расчёт функции чувствительности в частотной области:

Number of branch: 2 Type of branch: 202 t = 0.001 sense = -19962.7  
 Number of branch: 2 Type of branch: 202 t = 0.002 sense = -39885.8  
 Number of branch: 2 Type of branch: 202 t = 0.003 sense = -59769.1  
 Number of branch: 2 Type of branch: 202 t = 0.004 sense = -79611.6

где Number of branch – номер ветви, Type of branch – тип ветви (см. таблицу типов), t – дискрет расчета во временной области (время), sense – значение функции чувствительности.

Таблица 2.

Типы ветвей для электрических процессов

Тип	Описание	Размерность абс. ФЧ
200	Сопротивление	В/Ом
201	Проводимость	В*Ом
202	Емкость	В/Ф
203	Индуктивность	В/Гн

Таблица 3.

Типы ветвей для механических процессов (для ускорения)

Тип	Описание	Размерность абс.ФЧ
201	Коэф. Погл. Энергии	м/(кг*с)
202	Масса	м/(кг*с*с)
203	Жесткость	м*м/(Н*с*с)

Для обеспечения графического вывода при помощи подсистемы потребовалось передать массив Sens с результатами расчета в модуль Grafik1, отвечающий за вывод графика и таблиц с экстремумами, а также

создать в указанном модуле соответствующие размерности и наименования осей, выводимые для графика функции чувствительности (размерности также указываются при выводе таблиц экстремумов) (рис.1).

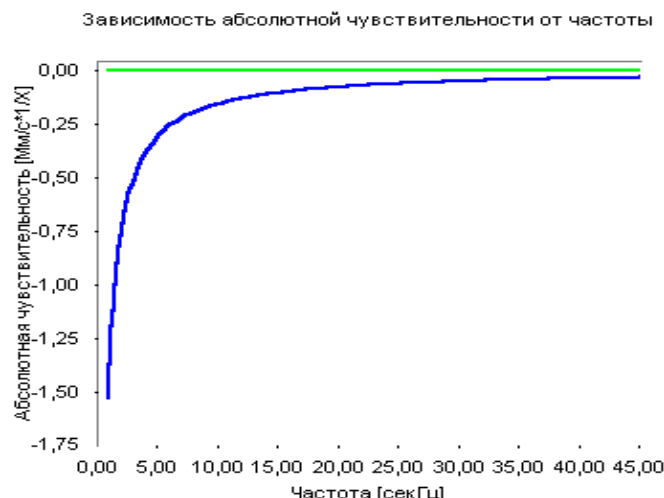


Рис. 1. Пример графического вывода результатов расчета функции чувствительности

Проведем проверку расчета для тестовой механической модели путем сравнения результатов с результатами расчета аналогичной электрической модели (рис. 2). При расчете для ветвей брались следующие параметры: для электрической модели:  $E1 = 10\text{В}$ ,  $R1 = 1\text{Мом}$ ,  $C1 = 1\text{мкФ}$ ; для механической модели:  $V1=10\text{м/с}$ ,  $D1 = 1\text{мг/с}$ ,  $M1 = 1\text{мг}$ .

На графике, представляющем функцию чувствительности для электрической модели (рис.2.) светлой линией представлена функция чувствительности напряжения на выходной ветви (C1) к параметру R1, а темной линией – к параметру C1 (рис. 3–4). На графике (рис. 6–7), представляющем функцию чувствительности для механической модели (рис. 5.) светлой линией представлена функция чувствительности напряжения на выходной ветви (M1) к параметру D1, а темной линией – к параметру M1.

Электрическая модель:

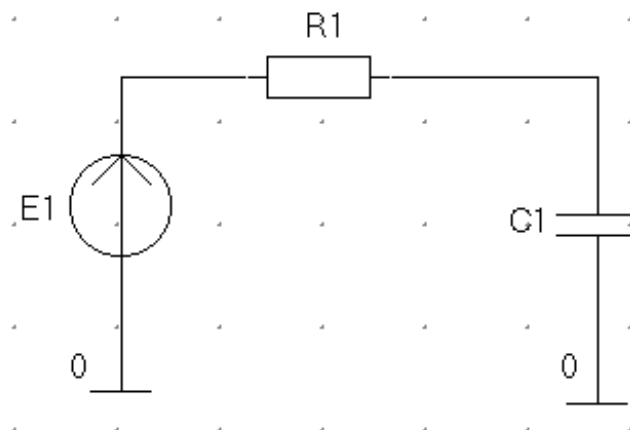


Рис. 2. Тестовая электрическая модель

Результаты расчета при помощи подсистемы АСОНИКА-П:

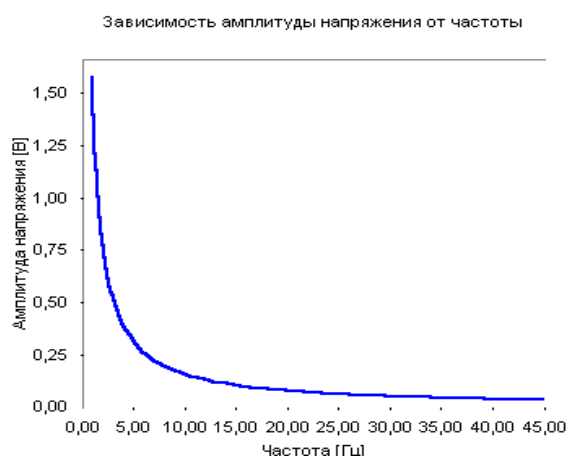


Рис. 3 . Расчет выходной характеристики (напряжения, ветвь C1)

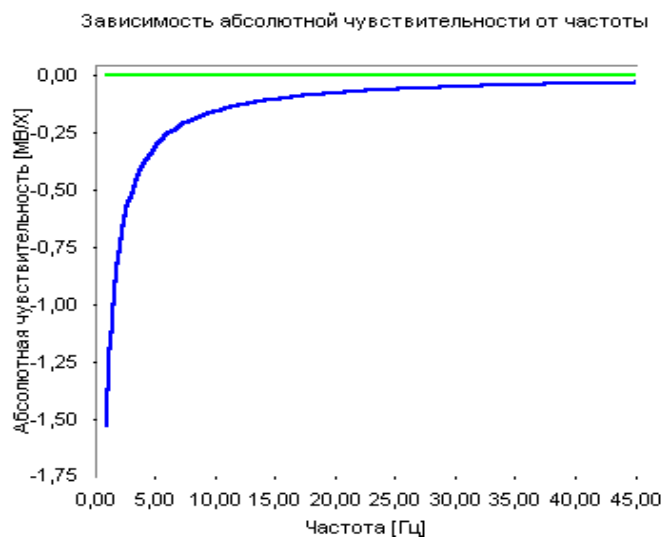


Рис. 4. Расчет абсолютной функции чувствительности напряжения (ветвь C1) к параметрам R и C

Механическая модель представлена на рис.5:

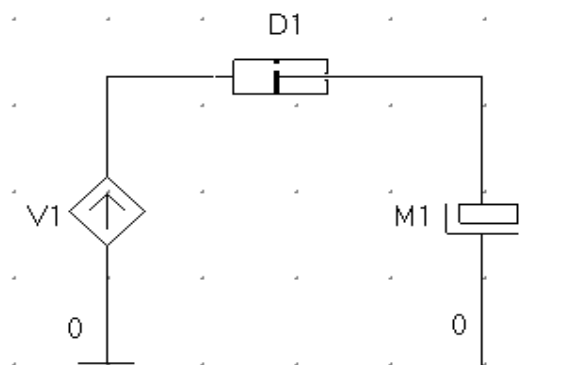


Рис. 5 Тестовая механическая модель

## Результаты расчета при помощи подсистемы АСОНИКА-П:

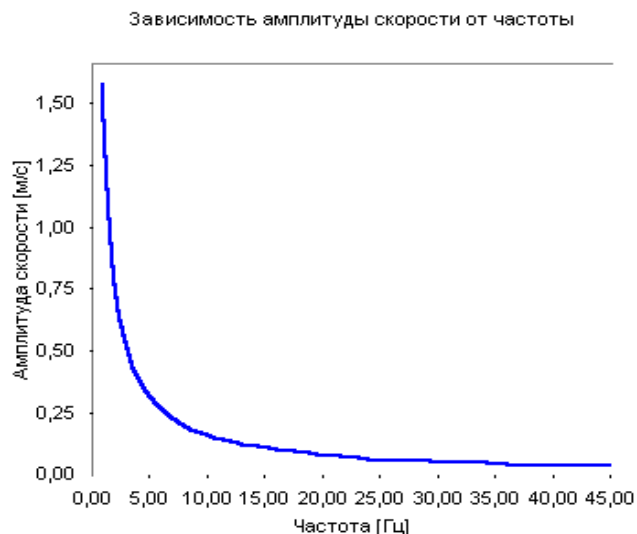


Рис. 6. Расчет выходной характеристики (скорости, ветвь M1)

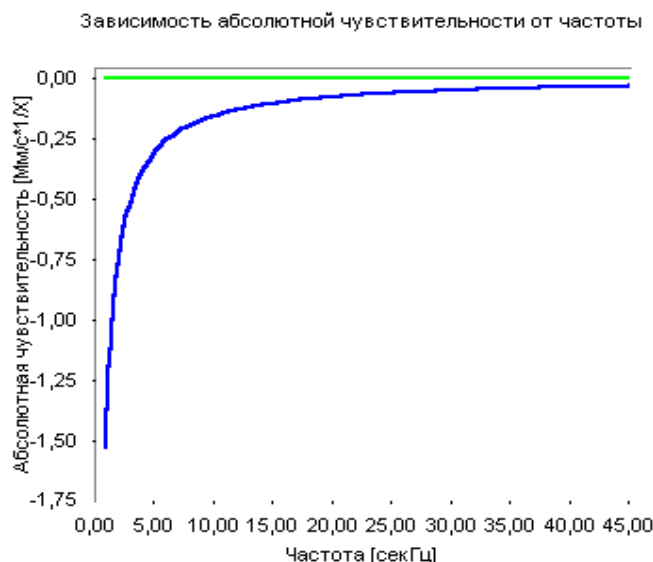


Рис. 7. Расчет абсолютной функции чувствительности скорости (ветвь M1) к параметрам D и M

Видно, что результаты расчета идентичны по значениям.

### Список литературы

1. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: учеб. пособие для вузов / О.В. Алексеев, А.А. Головков, И.Ю. Пивоваров и др. – М.: Высш. шк., 2000. – С. 269-288.
2. Малютин Н.В., Коломейцев С.С. Концепция формирования виртуального проекта радиоэлектронной аппаратуры с применением системы АСОНИКА // Надёжность. – 2008. – № 3. – С. 7-15.
3. Воловиков В.В. Моделирование физических процессов в РЭА (АСОНИКА-П). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2008612540 от 23.05.08 г. – М.: Бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (РОСПАТЕНТ), 2008. – № 28. – С. 16-17.

## АНАЛИЗ ИССЛЕДУЕМОГО ОБЪЕКТА С ПОМОЩЬЮ ПОДСИСТЕМЫ АСОНИКА-П

*Попов И.Н.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент Фортунова Н.А.<sup>2</sup>  
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец  
e-mail: <sup>1</sup>Vaneus\_popov@bk.ru, <sup>2</sup>fortuna@elsu.ru*

**Аннотация.** Рассматриваются пример использования программного обеспечения АСОНИКА-П при построении моделей электротепловых, электромеханических и электроаэродинамических аналогий в радиоэлектронной аппаратуре.

**Ключевые слова:** моделирование, радиоэлектронные системы (РЭС), модель, цепь, анализ, конструкция, расчёт.

## ANALYSIS OF THE OBJECT UNDER STUDY USING THE АСОНИКА-П SUBSYSTEM

*Popov I.N.*

*Scientific supervisor – Fortunova N.A.*

**Abstract.** An example of the use of ASONIKA-P software in the construction of models of electrothermal, electromechanical and electroaerodynamic analogies in electronic equipment is considered.

**Keywords:** modeling, radio-electronic systems (RES), model, circuit, analysis, design, calculation.

В настоящее время проектирование и исследование различных электропреобразовательных устройств очень часто сопряжено с использованием программных пакетов для моделирования различных процессов, протекающих в них. Применение таких программ значительно сокращает затраты, связанные с экспериментами на физических моделях, а также ускоряет процесс разработки новых устройств. Для решения данных проблем выступает программное обеспечение АСОНИКА-П. Это первая российская автоматизированная система моделирования, необходимая для замены испытаний электронной аппаратуры на ранних этапах проектирования, что позволяет создавать конкурентоспособную аппаратуру в минимальные сроки и с минимальными затратами.

Особенностью моделирования при конструировании РЭС является построение нескольких моделей для одной конструкции, каждая из которых имеет подобие между определённой частью элементов, процессов и функций модели и моделируемого РЭС. Другая особенность моделирования при конструировании РЭС состоит в том, что оно носит гипотетический характер, а именно на основе интуитивных предположений, вытекающих из прошлого опыта и рекомендаций литературы, конструктор строит гипотетические модели, исследует их и делает соответствующие выводы об адекватности модели и полученных результатах.

При моделировании электрических процессов мы сталкиваемся с такими понятиями как «схема», «цепь» и «модель». В схеме каждому реально существующему элементу соответствует своё стандартное изображение, реальные элементы соединены между собой проводниками, которые в схеме изображаются линиями. Отличием цепи или модели от схемы является то, что часть элементов, таких как диоды, транзисторы и т.п. представляются схемами замещения. В состав схем замещения входят простейшие элементы, такие как сопротивления, проводимости, индуктивности, ёмкости управляемые и идеальные источники тока и напряжения (параметры управляемых источников тока и напряжения рассчитываются по определённым формулам).

Моделирование протекающих в аппаратуре тепловых, механических и аэродинамических процессов связано с понятиями «конструкция» и «модель». Под конструкцией понимаются форма и размеры прибора, расположение плат и электрорадиоэлементов на них, параметры элементов и материалов и т.п. В учебной подсистеме «АСОНИКА-П» не проводится анализ конструкций, а рассчитываются их модели, которые составляет обучаемый. Модель состоит из элементов, параметры которых отображают физические свойства конструкции.

При проектировании систем часто важно знать, какое влияние окажет на их поведение изменение тех или иных параметров отдельных элементов. Это изменение может произойти по разным причинам и протекать по разным законам. Так, параметры реальной системы, как правило, отличаются от расчетных из-за изменения их во времени, вызванного старением, изменением условий внешней среды и т.д. Весьма важна оценка вариации параметров при проектировании самонастраивающихся систем.

Во всяком случае, оценка отличия спроектированной системы от реально выполненной является одной из важнейших проблем, стоящих перед конструктором. Сложность этой проблемы усугубляется тем, что всегда имеются производственные допуски, существуют ошибки, связанные с идеализацией систем или их отдельных элементов при проектировании (например, пренебрежение малыми постоянными времени, замена распределенных параметров сосредоточенными и т.п.), и т.д. Таким образом, возникает ряд общих вопросов, относящихся к системам (строже – к динамическим объектам) различного класса сложности, способствовавших появлению общих понятий и методов исследования. В основе всех этих понятий и методов лежит представление о чувствительности систем, под которым понимают оценку влияния изменения параметров систем (цепей, физических явлений, или в общем – динамических объектов) на их свойства.

Впервые понятие чувствительности было введено Г. Боде. По его определению относительная чувствительность  $S$  представляет собой частное от деления относительного изменения величины  $w$  (единственный в схеме изменяющийся параметр) на возникающее при этом относительное изменение выходного напряжения.



Абсолютная функция чувствительности – это производная выходной характеристики схемы по параметрам схемы. Введение данного термина оправдывается тем, что чувствительность может быть определена без дифференцирования, исходя просто из структуры схемы. Таким образом, чувствительность является некоторой внутренней характеристикой схемы, и может быть определена путем анализа схемы, выполненного с помощью вычислений или измерений.

Таким образом, чувствительность (по Боде) связывает изменение реакции системы с изменением одного из ее (системы) параметров. Оптимальной считается система, обладающая бесконечной чувствительностью. Такое определение неудобно, так как оно противоречит обычным представлениям, поэтому позже стали рассматривать обратное отношение, при котором оптимальная система обладает нулевой чувствительностью. Это определение оптимума также не всегда удобно, поскольку, например, для некоторых систем требуется заданная или максимальная величина чувствительности.

В связи с ростом сложности современных систем, увеличением числа применяемых элементов, использованием аппаратуры в трудных, резко изменяющихся условиях проблема чувствительности динамических систем становится особенно актуальной.

В настоящее время чувствительность используется при решении широкого круга задач в области допускового синтеза, допускового анализа, статистического параметрического синтеза. Схемы с подстройкой, т.е. цепи с регулируемыми параметрами, могут быть также рассмотрены методами, основанными на понятии чувствительности. Современные методы расчета схем, такие, как структурный синтез (этап оптимизации), также связаны с понятием чувствительности, поскольку значение частных производных, т.е. чувствительностей, необходимо для поиска оптимума.

Требования к цепям формируются либо во временной области, либо в частотной области. Полный анализ цепи в общем случае состоит из анализа схемы по постоянному току (статическая область), частотного анализа (главным образом для линейных цепей), анализа во временной области; а также анализа допусков в пространстве параметров цепи. Таким образом, приобретает значимость расчет чувствительности в статической, частотной и временной областях.

В данной работе проводится моделирование на механические воздействия радиоэлектронного устройства. Математическое моделирование механических характеристик позволяет обеспечить механическую прочность конструкции. Моделирование проводится при помощи подсистемы «АСОНИКА-П».

В качестве моделируемого объекта взята базовая несущая конструкция, в которой используется виброизолятор типа АКСС25-И. Исследуется воздействие гармонической вибрации на приведенную конструкцию. Требования к работоспособности блока указывают на диапазон воздействия гармонической вибрации с ускорением в  $1g$  от 1 до 35 Гц. Выполнена про-

верка расчета для тестовой механической модели путем сравнения результатов с результатами расчета аналогичной электрической модели. Расчет проводился при помощи подсистемы «АСОНИКА-П». При расчете для ветвей брались следующие параметры:

Для электрической модели:  $E1 = 10\text{В}$ ,  $R1 = 1\text{Мом}$ ,  $C1 = 1\text{мкФ}$ .

Для механической модели:  $V1=10\text{м/с}$ ,  $D1 = 1\text{мг/с}$ ,  $M1 = 1\text{мг}$ .

Электрическая модель представлена на рис. 1:

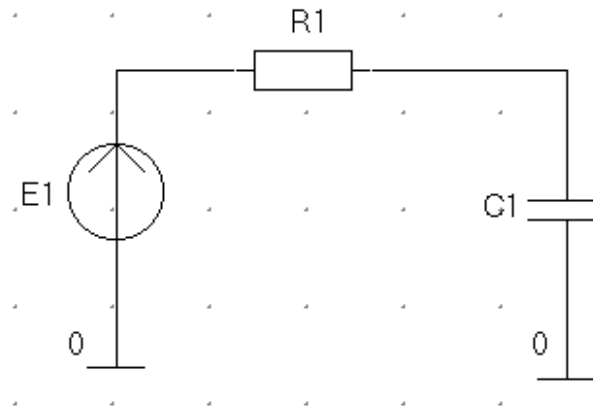


Рис. 1. Тестовая электрическая модель

Механическая модель представлена на рис.2:

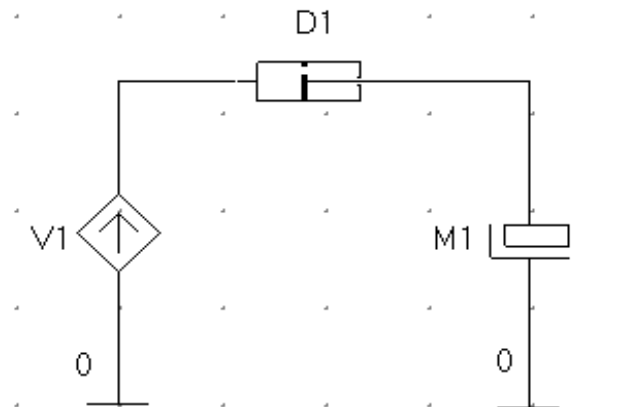


Рис. 2. Тестовая механическая модель

Проведем расчеты для статического режима и временной области:

Для статического режима в электрической модели  $E1 = 10\text{В}$ ,  $R1 = 1\text{Ом}$ ,  $R2 = 1\text{Ом}$  (установлен на месте C1).

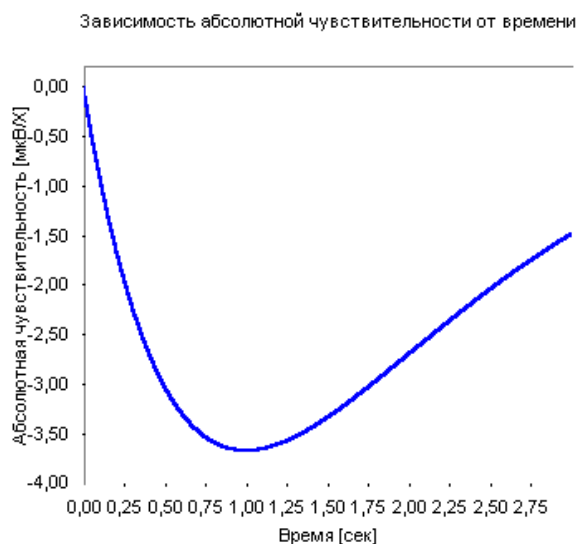
В результате расчета получена чувствительность выходного напряжения к  $R1 = 2,5\text{ В/Ом}$  и к  $R2 = -2,5\text{ В/Ом}$ .

Для статического режима в механической  $V1=10\text{м/с}$ ,  $D1 = 1\text{ кг/с}$ ,  $D2 = 1\text{ кг/с}$ , (установлен на месте M1).

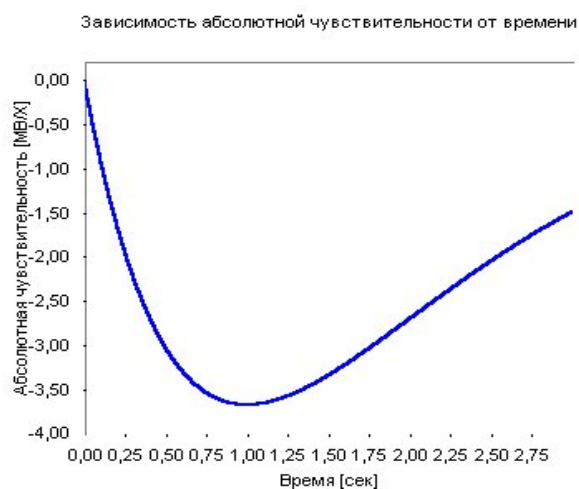
В результате расчета получена чувствительность выходной скорости к  $D1 = 2,5$  м/кг и к  $D2 = -2,5$  м/кг.

Для расчета во временной области параметры моделей оставлены равными изначальным. Результаты расчета для электрической модели представлены на рис. 3–4, для механической модели на рис. 5–6.

Результаты расчета для электрической модели:



*Рис. 3. Расчет абсолютной функции чувствительности напряжения (ветвь C1) к R1*



*Рис. 4. Расчет абсолютной функции чувствительности напряжения (ветвь C1) к C1*

Результаты расчета для механической модели:

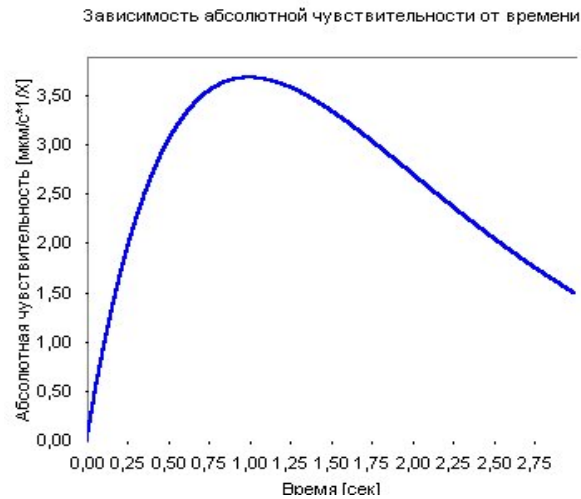


Рис. 5. Расчет абсолютной функции чувствительности скорости (ветвь M1) к D1

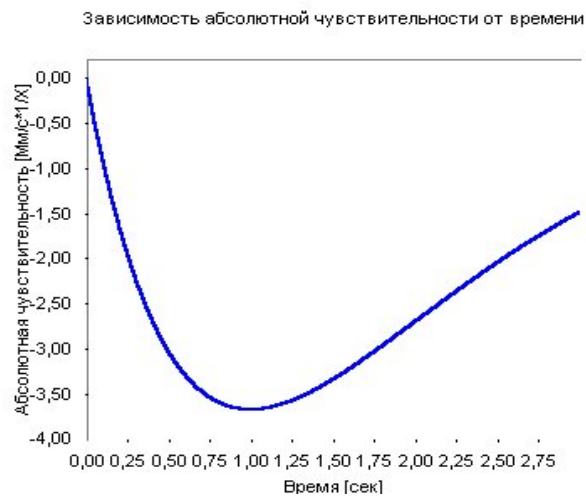


Рис. 6. Расчет абсолютной функции чувствительности скорости (ветвь M1) к M1

Результаты сверялись с ручным расчетом по формулам для электрической модели:

$$A_{R1}^{U_{вых}} = -\frac{10t}{R1^2 * C1} * e^{-t/(R1*C1)},$$

$$A_{C1}^{U_{вых}} = -\frac{10t}{R1 * C1^2} * e^{-t/(R1*C1)}.$$

Для механической модели:

$$A_{D1}^{A_{вых}} = -\frac{10t}{D1^{-2} * M1} * e^{-t/(D1^{-1}*M1)},$$

$$A_{M1}^{A_{вых}} = -\frac{10t}{D1^{-1} * M1^2} * e^{-t/(D1^{-1}*M1)}.$$

Расхождение составило порядка 0,1%.

**Заключение.** Проведенные расчеты продемонстрировали возможности подсистемы АСОНИКА-П для концептуального комплексного моделирования с учетом взаимосвязи электрических и механических и процессов в радиоэлектронной аппаратуре.

#### Список литературы

1. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: учеб. пособие для вузов / О.В. Алексеев, А.А. Головков, И.Ю. Пивоваров и др. – Москва: Высш. Шк., 2000. – С. 269-288.
2. Кофанов Ю.Н. Автоматизированная система АСОНИКА в проектировании радиоэлектронных средств: учебно-методическое пособие. – Москва: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2012. – 58 с.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ТЕРМОДИФФУЗИИ В КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРАХ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА

*Родионов В.А.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к. физ.-мат. н., доцент Сидоров А.В.<sup>2</sup>*

*Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина  
e-mail: <sup>1</sup>vlad.rodionov\_2015@mail.ru, <sup>2</sup>dirnusr@mail.ru*

**Аннотация.** В работе производится исследование явления термодиффузии в разбавленных коллоидных растворах гидроксида железа (III) методом оптического поглощения света. Показано, что метод турбидиметрии обладает необходимой чувствительностью в ультрафиолетовой области и может быть использован для экспериментального определения коэффициента Соре.

**Ключевые слова:** термодиффузия, коллоидные растворы, гидроксид железа (III), поглощение света, турбидиметрия.

### EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE THERMAL DIFFUSION PHENOMENON IN COLLOID SOLUTIONS USING THE LIGHT ABSORPTION METHOD

*Rodionov V.A.*

*Scientific supervisor – Sidorov A.V.*

**Abstract.** The paper studies the phenomena of thermal diffusion in dilute colloidal solutions of iron (III) hydroxide by optical absorption of light. It is shown that the turbidimetry method of sensitivity perception in the area of cholesterol can be used for experimental determination of the Core coefficient.

**Keywords:** thermal diffusion, colloidal solutions, iron(III) hydroxide, light absorption, turbidimetry.

Коллоидные растворы – высокодисперсные двухфазные системы, состоящие из дисперсионной среды и дисперсной фазы. По размерам частиц являются промежуточными между истинными растворами, суспензиями и

эмульсиями [1]. Наноразмеры частиц дисперсной фазы варьируются в диапазоне от  $10^{-9}$  до  $10^{-7}$  м. В частности, коллоидные растворы гидроксида железа (III) обладают значительной величиной коэффициента термо-ЭДС [2], обусловленной адсорбцией ионов из раствора коллоидными частицами.

Термодиффузия – перенос частиц газовых смесей и различных растворов под влиянием разницы температур. В 1879 году швейцарским физиком и химиком Шарлем Соре были проведены опыты по диффузии газовых смесей, а также растворов и получено выражение для коэффициента, который был назван его именем – коэффициент Соре. В стационарном состоянии, когда потоки, обусловленные обычной диффузией и термодиффузией, уравниваются друг друга, коэффициент Соре определяется из следующего выражения

$$\frac{1}{m} \text{grad } m = s \text{ grad } T. \quad (1)$$

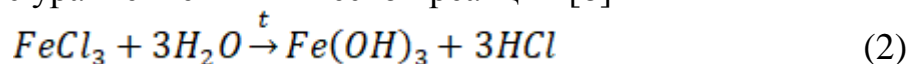
Так, если жидким раствором или смесью газов заполнить вертикальную трубку, затем начать охлаждать верх трубки, а низ нагревать, то концентрация смеси газов или жидкого раствора на концах трубки становится различной. Хотя разность концентрации в газовых смесях не превышает нескольких процентов, а в растворах и вовсе нескольких долей процента. Поэтому до недавнего времени считалось, что термодиффузия в жидкостях не несет практического значения. Однако в конце прошлого века было обнаружена значительная термодиффузия в магнитных коллоидных растворах [3]. Последующие эксперименты [4-6] в других коллоидных растворах продемонстрировали, что громадная, по сравнению с обычными истинными растворами, величина коэффициента Соре для коллоидных растворов является не исключением, а правилом. И явление термодиффузии в коллоидных растворах уже нашло практическое применение, например для разделения макромолекул. Например, исследователи в [4] обнаружили почти 18-кратное увеличение концентрации молекул ДНК в их растворе, на который был наложен температурный градиент.

Как видно из приведенного соотношения (1) для определения коэффициента Соре необходимо измерить разность температур  $\Delta T$  и разность концентраций коллоидных частиц  $\Delta m$  в стационарном состоянии. Если измерение разности температур не представляет значительных затруднений, существует множество различных способов ее измерения, использующих различные физические принципы, которые позволяют измерять температуру с точностью до долей градуса, то измерение концентрации представляет собой нетривиальную задачу. Как правило, для измерения концентрации электролитов либо же коллоидных частиц используют различные оптические методы. Например, метод оптической микроскопии яркого поля, но чаще всего используется метод вынужденного рэлеевского рассеяния света, при котором интенсивность рассеяния обратно пропорциональна четвертой степени длины волны. Также для определения концентрации и размера частиц используется явление поглощения света мелкими дисперсными частицами в коллоидных растворах. Методы определения концентрации наночастиц, основанные на этом явлении называются методами

турбидиметрии [7]. Турбидиметрия – один из оптических методов определения размеров частиц и концентрации дисперсной фазы коллоидных растворов. Данный метод основывается на измерении интенсивности света, проходящего через дисперсную систему по закону Бугера-Ламберта-Берра. В этом методе количественного анализа интенсивность света уменьшается вследствие поглощения и рассеяния светового потока. Для турбидиметрических измерений можно использовать любой фотометр или спектрофотометр. В работе был использован спектрофотометр DR 5000.

Цель работы состоит в том, чтобы посредством метода турбидиметрии, оценить разность концентраций в коллоидных растворах, формирующуюся приложенным к раствору неоднородным температурным полем.

В работе исследовался коллоидный раствор гидроксида железа (III). Коллоидный раствор гидроксида железа (III) изготавливался посредством гидролиза хлористого железа в кипящей дистиллированной воде, в соответствии с уравнением химической реакции [8]



На основе анализа спектров поглощения коллоидных растворов гидроксида железа (III) различных концентраций было установлено, что в видимом диапазоне чувствительность метода является недостаточной для определения разности концентраций коллоидных частиц, возникающей под влиянием градиента температуры [9]. Однако в ультрафиолетовой области спектра особенно в растворах малой концентрации было обнаружено, что небольшое изменение концентрации существенно отражается на коэффициенте поглощения таких растворов. Так, например, на рисунке 1 показан спектр зависимости оптической плотности коллоидных растворов от объёмного содержания гидроксида железа, на длинах волн 250 и 350 нм, полученный на спектрофотометре DR 5000.

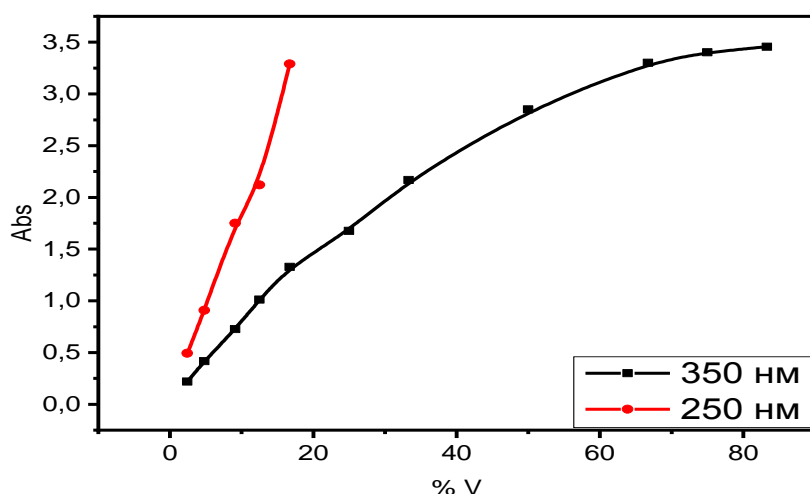


Рис. 1. Зависимости оптической плотности коллоидных растворов от объёмного содержания гидроксида железа (III), для длин волн 250 нм, 350 нм.

Если зависимость оптической плотности для длины волны 350 нм является нелинейной функцией от объемной доли коллоидных частиц гидроксида железа (III) и, поэтому ее неудобно использовать для определения концентрации, то оптическая плотность коллоидных растворов на длине волны 250 нм практически линейна и возрастает с ростом концентрации раствора гораздо сильнее.

На следующем этапе свежеприготовленный коллоидный раствор гидроксида железа (III) был разведен дистиллированной водой в соотношении 1/9 (что соответствует 10% объемному содержанию по сравнению с исходным раствором) и залит в U-образную стеклянную трубку. Левое колено данной трубки находилось при комнатной температуре, правое имело спиральную намотку, к концам которой был подключен источник напряжения, благодаря чему и происходил нагрев этого колена. После длительного нагрева раствора гидроксида железа (III), который составлял около 3-4 часов, из обоих колен были взяты образцы раствора.

С помощью спектрофотометра DR 5000 растворы из левого (холодного) и правого (горячего) колен поочередно исследовались на длине волны 250 нм. Весь эксперимент был проведен несколько раз для достоверности полученных результатов. В таблице 1 представлены полученные результаты.

Таблица 1.

Результаты экспериментов по измерению  
оптической плотности (Abs) образцов 10% коллоидных растворов  
гидроксида железа (III) после 3-х часового нагрева в U-образной трубке

	Abs
1 эксперимент	
холодный	2,211%
горячий	2,532%
2 эксперимент	
холодный	2,076%
горячий	2,093%
3 эксперимент	
холодный	2,073%
горячий	2,447%

Как показывают результаты экспериментов величины оптической плотности растворов из колена находящегося при комнатной температуре и колена, подвергнутого нагреванию, различаются на десятые доли процента. При этом рассогласование в величинах, по-видимому, обусловлено невозможностью строгого контролирования расположения нагреваемой области раствора, из которой производится отбор пробы.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что метод оптического поглощения может быть использован для определения разности концентраций коллоидных растворов, сформированных перепа-



дом температуры в явлении термодиффузии, и тем самым для определения коэффициента Соре коллоидных растворов.

#### Список литературы

1. Ершов Ю.А. Коллоидная химия. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2011.
2. Грабов В.М., Зайцев А.А., Кузнецов Д.В., Сидоров А.В. Термоэлектрические и термоэлектрокинетические явления в жидких биологических системах // ЖТФ. – 2018. – Т. 88(10). – С. 1462-1466.
3. E. Blums, A. Mezulis, M. Maiorov, and G. Kronkalns. Thermal diffusion of magnetic nanoparticles in ferrocolloids: Experiments on particle separation in vertical columns, J. Magn. Magn. Mater. 169, 220 (1997).
4. S. Duhr, D. Broun. Optothermal Molecule Trapping by Opposing Fluid Flow with Thermophoretic Drift Phys. Rev. Lett., 97, 038103 (2006).
5. S. Duhr, D. Braun. Two-dimensional colloidal crystals formed by thermophoresis and convection Appl. Phys. Lett., 86, 131921 (2005).
6. A. Würger Thermal non-equilibrium transport in colloids Rep. Prog. Phys., 73, 126601 (2010).
7. Рягузов А.И. Нефелометрия и турбидиметрия в количественном анализе // Вестник ТГУ. – 1996. – Т. 1(2). – С. 138-141.
8. Письменко В.Т., Калюкова Е.Н. Коллоидная химия. – Ульяновск: УлГТУ, 2007.
9. Родионов В.А., Сидоров А.В. Определение концентрации коллоидного раствора гидроксида железа (III) методом спектроскопии поглощения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-kontsentratsii-kolloidnogo-rastvora-gidroksida-zheleza-iii-metodom-spektroskopii-pogloscheniya/> (дата обращения: 12.04.2022)
10. DR 5000 Руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.manualslib.com/manual/63545/Hach-Dr-5000.html/> (дата обращения: 12.04.2022)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

*Токарев Н.В., Киреев И.С.*

*Научный руководитель – к. физ.-мат. н., доцент Зайцев А.А.<sup>1</sup>  
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец  
e-mail: <sup>1</sup>elsu2020@yandex.ru*

**Аннотация.** Изучена нормативная база, регламентирующая требования к уровню акустических шумов и электромагнитного поля в бытовых помещениях. Проведено комплексное обследование ряда домовладений на предмет выполнения указанных требований. Определены энергетические и спектральные характеристики основных источников шума: бытовых машин и приборов.

**Ключевые слова:** шум, акустическая помеха, электромагнитная помеха.

# EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE ACOUSTIC AND ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT OF HOUSEHOLD PREMISES

*Tokarev N.V., Kireev I.S.  
Scientific supervisor – Zaitsev A.A.*

**Abstract.** The regulatory framework regulating the requirements for the level of acoustic noise and electromagnetic field in residential premises has been studied. A comprehensive survey of a number of households was carried out in order to fulfill these requirements. The energy and spectral characteristics of the main sources of noise are determined: household machines and appliances.

**Keywords:** noise, acoustic interference, electromagnetic interference.

**Введение.** Вопросы обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) являются одними из важнейших проблем, стоящих перед разработчиками, проектантами и эксплуатантами радиоэлектронной аппаратуры. Средства и методы обеспечения ЭМС регламентируются на уровне международного и национального законодательства.

Такой же значимой задачей, но уже с точки зрения экологии и обеспечения жизни и здоровья граждан, является соблюдение требований санитарных норм в части защиты населения от шума. По аналогии с терминем электромагнитная совместимость можно определить понятие акустическая совместимость (АС), как способность человека и технических средств одновременно функционировать в реальных условиях эксплуатации с требуемым качеством при воздействии на них непреднамеренных акустических помех и не создавать недопустимых акустических помех другим гражданам и техническим средствам.

На законодательном уровне, в том числе в формате Федерального [1] и регионального [2] законов, государственных стандартов и санитарных норм [3-5], сформулированы требования к бытовым и производственным помещениям на предмет уровня акустического воздействия, определена ответственность за невыполнение указанных параметров.

В этой связи, нами были поставлены задачи:

1) ознакомиться с нормативной документацией в сфере обеспечения акустической безопасности человека, определить инструментарий для проведения экспертизы шумовой обстановки, выделить наиболее критические источники шума среди бытовых машин и приборов;

2) ознакомиться с нормативной документацией в сфере обеспечения электромагнитной безопасности человека, определить инструментарий для проведения экспертизы электромагнитной обстановки бытовых помещений, выделить наиболее критические источники излучения среди БРЭА и бытовых машин и приборов.

**Анализ акустической обстановки бытовых помещений.** Влияние шума на человеческий организм невозможно переоценить. Если небольшие уровни шума могут снижать работоспособность организма, в опреде-

ленной степени влиять на самочувствие, то по достижении определенных значений шум может оказывать деструктивное или даже смертельное воздействие.

В таблице 1 приведены значения уровня шума, создаваемого различными источниками. Рассмотрены уровни громкости, ограниченные значением в 160 децибел, при этом, болевому порогу слухового аппарата человека, соответствуют значения громкости в 130, по другим оценкам 140 децибел. Смертельным для человека уровнем звука считается значение 200 децибел.

Таблица 1.

Эквивалентные уровни звука

Уровни звука, дБА	Характеристика звука	Источники звука
10	Почти не слышно	Тихий шелест листвы
20	Едва слышно	Шепот человека (1 м)
30	Тихо	Шепот, тиканье настенных часов
40	Довольно слышно	Обычная речь
50	Отчётливо слышно	Разговор, пишущая машинка
65	Шумно	Громкий разговор (1 м)
75	Шумно	Крик, смех (1 м)
80	Очень шумно	Крик, мотоцикл с глушителем.
90	Очень шумно	Громкие крики, грузовой железнодорожный вагон (7 м)
95	Очень шумно	Вагон метро (7 м снаружи или внутри вагона)
100	Крайне шумно	Оркестр, вагон метро (прерывисто), раскаты грома
110	Крайне шумно	Вертолет
115	Крайне шумно	Пескоструйный аппарат (1 м)
120	Почти невыносимо	Отбойный молоток (1 м)
130	Болевой порог	Самолёт на старте
140	Контузия	Звук взлетающего реактивного самолета
150	Контузия, травмы	Старт ракеты
160*	Шок, травмы	Ударная волна от сверхзвукового самолёта

Помимо энергетических характеристик при оценке шума необходимо определить его спектральный состав. При этом требуется соотнести полученные значения со спектральной характеристикой человеческого слуха.

Как правило, по виду частотной локализации шумов относят к:

- низкочастотным (от 16 до 400 Гц);
- среднечастотным (от 400 до 800 Гц);
- высокочастотным (свыше 800 Гц).

Известно [6], что наибольшую чувствительность к акустическим сигналам человеческое ухо демонстрирует именно в среднечастотной и начале высокочастотной области, при значениях порядка 2000 Гц. Именно в этой области находится и максимум энергетического спектра голосового аппарата человека. Для проведения экспериментального исследования нами был проведен обзор шумомеров, применяемых для проведения акустических экспертиз. Так, на рис. 1 показан один из наиболее доступных отечественных приборов АССИСТЕНТ S-Light, позволяющий проводить такого рода измерения в бытовых и производственных помещениях.



*Рис. 1. Шумомер – анализатор спектра 1-го класса точности АССИСТЕНТ S-Light предназначен для измерения уровней звука и частотного анализа шума в звуковом диапазоне*

Анализ рынка анализаторов спектра продемонстрировал большое количество недорогих отечественных устройств, позволяющих проводить экспертную оценку шумовой обстановки помещений. Однако для качественной оценки, не предполагающей дальнейшего применения результатов в судебной или административной практике, вполне подходящим инструментарием могут выступить современные смартфоны с установкой бесплатного (условно бесплатного) программного обеспечения (приложения). В качестве такого приложения нами была выбрана программа Sound Meter, внешний вид интерфейса которой, представлен на рис. 2. Измерения проводились как в частном доме (в отсутствии соседей), так и в многоквартирных домах.



*Рис. 2. Спектральная характеристика шума, измеренная в частном доме в отсутствие включенных электроприборов*

В дальнейшем нами была проведена серия измерений спектральных характеристик, соответствующих различным источникам шума. В частности, на рис. 3 представлены результаты, соответствующие работающему бытовому пылесосу.



Рис. 3. Спектральная характеристика шума, излучаемого бытовым пылесосом

Сводные характеристики представлены в табл. 2. Обращает на себя внимание, то, что спектры большинства источников шума располагаются в низкочастотной области.

Таблица 2.

#### Эквивалентные уровни шума

Источники звука	Уровни звука, дБА	Частота максимума энергетического спектра, Гц
Частный дом (режим тишины)	37	65
Многоквартирный дом (при наличии соседей)	57	345
СВЧ печь	56	280
Шум вода из-под крана	70	100
Пылесос	84	560
Вентилятор	81	65
Холодильник	53	280
Автомобиль (во дворе дома)	66	22

В завершении отметим, что использованный в работе измерительный инструментарий (смартфон с приложением) не позволяет проводить измерения в весьма важной подобласти спектра, а именно измерять инфразвуки частотой менее 20 Гц. Агрегатированный в сотовый телефон микрофон рассчитан, прежде всего, на звуковые частоты и обладает практически нулевой чувствительностью в диапазоне ниже 30 Гц. Исследование источни-

ков инфразвука, и влияния вибраций на человеческий организм представляется нам перспективной задачей для дальнейшего изучения. Ее решение потребуют применения специальных датчиков, которые доступны, в том числе для названного выше анализатора спектра АССИСТЕНТ S-Light.

**Анализ электромагнитной обстановки бытовых помещений.** Любое помещение, независимо от его назначения, характеризуется сложной электромагнитной обстановкой. Любые устройства, питаемые как от сети переменного тока, так и от автономных источников, с неизбежностью излучают электромагнитные волны в широком спектральном диапазоне. Влияние их на человеческий организм определяется как энергетическими, так и спектральными характеристиками. Очевидно, что наиболее опасными участками спектра могут являться области, в которых электромагнитное излучение способно к резонансному воздействию на физиологические процессы, либо на определенные органы человека. При этом, вне зависимости от спектральной характеристики, поля с большой напряженностью являются безусловно опасными, и требуют соблюдения специальных мер предосторожности.

В Российской Федерации действует целый ряд нормативных актов, начиная от Федеральных законов, заканчивая санитарными правилами и нормами, определяющий количественные характеристики электромагнитных полей, являющихся условно безопасными для граждан [8, 9]. Государство уделяет повышенное внимание вопросам обеспечения жизни и здоровья граждан, о чем свидетельствует постоянная модернизация законодательства в данной сфере. Так, нормативы, утвержденные в документе [9], переутверждались несколько раз за последние 20 лет.

Действующие нормативы определяют предельно допустимые уровни (ПДУ) экспозиции электромагнитных полей в зависимости от спектральных поддиапазонов, в том числе для частот вплоть до 300 ГГц. Указанные величины приведены в таблице 3.

Таблица 3.

ПДУ энергетических экспозиций ЭМП  
диапазона частот 30 кГц – 300 ГГц [3]

Параметр	$\mathcal{E}\mathcal{E}_{\text{ПДУ}}$ в диапазонах частот, МГц				
	0,03-3,0	3,0-30,0	30,0-50,0	50,0-300,0	300,0-300000,0
$\mathcal{E}\mathcal{E}_E, (\text{В/м}) \cdot \text{ч}$	20000	7000	800	800	-
$\mathcal{E}\mathcal{E}_H, (\text{А/м}) \cdot \text{ч}$	200	-	0,72	-	-
$\mathcal{E}\mathcal{E}_{\text{ПП}}, (\text{мкВт/см}) \cdot \text{ч}$	-	-	-	-	200

Энергетическая экспозиция пропорциональна времени воздействия, выраженному в часах, и квадратично зависит от напряженности электрического  $E$  и магнитного полей  $H$ .

Обращает на себя внимание превалирующее воздействие на человеческий организм электромагнитных волн в диапазоне 0,03-3МГц.

В соответствии с представленными нормативами могут быть сформулированы требования к функционалу измерительных устройств, позволяющих производить экспертные оценки электромагнитной обстановки бытовых и производственных помещений. Это, прежде всего, широкий диапазон измеряемых частот, высокая чувствительность, как к электрическому, так и к магнитному полю. Анализ рынка подобных устройств продемонстрировал большое количество предложений со стороны производителей. Однако, именно профессиональное оборудование, позволяющее проводить измерения на соответствие требованиям контролирующих организаций, имеет значительную стоимость, превышающую возможности вузовской учебной лаборатории. В этой связи, для проведения эксперимента нами был использован индикатор поля Hunter (рис. 4), которым располагает лаборатория кафедры физики, радиотехники и электроники.



*Рис. 4. «Hunter» - индикатор поля*

Прибор имеет индикатор уровня поля, представляющий собой 10-сегментную светодиодную шкалу (рис. 2). По мере приближения к источникам электромагнитного излучения ее показания возрастали.



*Рис. 5. Шкала уровня поля*



Для максимально эффективного поиска сигналов в разных диапазонах – прибор снабжен двумя сменными антеннами, низкочастотной и высокочастотной. Первая антенна показывает максимальные результаты при сканировании частоты 433 МГц, демонстрируя коэффициент усиления 3 дБ, а вторая имеет пик усиления, достигающего 2,5 дБ, на частоте 2,4 ГГц. В результате чего прибор обнаруживает источники электромагнитных полей на протяжении диапазона 50...3500 МГц. Таким образом, одним из основных недостатков прибора является неспособность измерения полей в низкочастотной области спектра.

В условиях сильного электромагнитного шума чувствительность и динамический диапазон аппарата можно отрегулировать вручную, так чтобы конкретному пользователю было комфортно использовать данный детектор.

В ходе проведения исследования мы сравнили уровень электромагнитного излучения от целого ряда бытовых приборов, в том числе: СВЧ-печи, персонального компьютера, стиральной машины, телевизионного приемника, стиральной машины, роутера, сетевого фильтра, осветительных приборов с лампами накаливания и светодиодными излучателями, устройств коммутации (выключателей, розеток) и др.

Процесс измерений для некоторых из перечисленных устройств представлен на рис. 6.

В результате сравнительного анализа уровня электромагнитного излучения нами выделен следующий перечень приборов, представляющих наибольшую опасность с точки зрения величины напряженности поля: СВЧ печь, сотовый телефон в режиме звонка, одна из розеток, не имеющая заземления. При этом замечено, что удаление от источника поля на сравнительное небольшое расстояние в 1-2 метра позволяет резко уменьшить величину облучения.



*Рис. 6. Измерения уровня электромагнитного поля*



Таким образом, эксплуатация СВЧ печей на расстоянии от человека в соответствие с нормативной документацией и относительно небольшой величиной времени экспозиции (единицы минут в течение суток) делает их условно безопасными.

Излучение розеток может быть значительно снижено при их монтаже в строгом соответствии с правилами эксплуатации электроустановок. Наиболее дискуссионным вопросом является уровень воздействия сотового телефона на человеческий организм. Имеющаяся лабораторная база и сравнительно небольшой интервал исследования не позволяет нам сделать сколько-нибудь значимые выводы. В то время, эксплуатация данного источника, по возможности, на определенном расстоянии от жизненно значимых органов и в течение ограниченного временного промежутка позволяют значительно уменьшить величину экспозиции.

**Заключение.** Таким образом, проведенный обзор нормативной документации и выполненные экспериментальные измерения позволяют сделать следующие выводы:

1) Не только имеющиеся на рынке профессиональное измерительное оборудование, но и программное обеспечения для смартфонов позволяет провести качественную и количественную оценку шумовой обстановки и электромагнитного излучения в бытовых помещениях на предмет выполнения требований законодательства в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

2) Проведенные в ряде помещений (в частных домах, в квартирах в многоквартирных строениях) измерения позволили сформировать перечень бытовых машин и приборов, оказывающих наиболее критическое воздействие на шумовую и электромагнитную обстановку.

3) Эксплуатация бытовых электроприборов с соблюдением рекомендаций изготовителя позволяет уменьшить уровень ЭМИ до безопасного.

4) Для использования результатов экспериментального исследования в реальной практике, в том числе судебной, необходимо применять серийное, сертифицированное и поверенное измерительное оборудование, а также проводить медико-биологические процедуры, недоступные для непрофильной лаборатории.

#### Список литературы

1. Федеральный закон от 30.03.1999 N 52-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2022).
2. Закон Липецкой области от 16 ноября 2016 года N 14-оз «Об отдельных вопросах обеспечения тишины и покоя граждан на территории Липецкой области».
3. ГОСТ 12.1.036-81 - Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях.
4. СН 3077-84 - Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки.
5. СН 1304-75 - Санитарные нормы допустимых вибраций в жилых домах.
6. Иванов, Б.В. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: Учебник. – Москва: Логос, 2008. – 422 с.

7. Малков Н.А., Пудовкин А.П. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств: Учебное пособие. – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2007.
8. Федеральный закон от 30.03.1999 N 52-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2022).
9. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

# Математика, ее современные приложения в экономике

## СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ В АНАЛИЗЕ РЫНКА ТРУДА РОССИИ

*Бычков Н.В.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к.э.н., доцент Есина Ю.Л.<sup>2</sup>*

*Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец  
e-mail: <sup>1</sup>nik.bychkov.01@mail.ru, <sup>2</sup>esyul@mail.ru*

**Аннотация.** В статье рассмотрена и выявлена роль статистических и математических показателей в современной рыночной экономике. Приведен пример математически формализованного анализа отдельных показателей рынка труда, проведенного на основе статистических данных Федеральной службы государственной статистики.

**Ключевые слова:** экономика, рынок труда, статистические показатели, математические методы и расчеты, заработная плата.

## STATISTICAL INDICATORS AND MATHEMATICAL CALCULATIONS IN THE ANALYSIS OF THE RUSSIAN LABOR MARKET

*Bychkov N.V.*

*Scientific supervisor – Yesina Y.L.*

**Abstract.** The article examines and identifies the role of statistical and mathematical indicators in the modern market economy. An example of a mathematically formalized analysis of individual indicators of the labor market, conducted on the basis of statistical data of the Federal State Statistics Service.

**Keywords:** economics, labor market, statistical indicators, wages.

Рынок труда является одним из самых важных рынков в экономики любой страны. На рынке труда происходит формирование спроса и предложения рабочей силы, складываются социально-экономические отношения работников и работодателей. В экономике рынок труда играет значимую роль, он выступает как экономический механизм образования и перераспределения рабочей силы по различным отраслям и предприятиям. От качественного распределения рабочей силы может серьезно зависеть экономическое развитие страны. Квалифицированные работники, находя соответствующую работу, могут послужить источником создания эффективной экономической системы. Рынок труда, как экономическая категория выступает в сфере обращения и обмена человеческого капитала, а также затрагивает насущные проблемы в системе общественных отношений. На рынке труда как части экономической структуры формируются и выделя-

ются очень значимые категории для экономики. В его структуру входят такие важные понятия, как безработица, инфляция, миграция и занятость населения, формирование заработной платы.

Образование и развитие рынка труда существенно зависит от экономической ситуации в стране, и также может оказывать большое влияние на экономику. Представляя собой специфический механизм, рынок труда поддерживает баланс трудовых сил и создает соответствующие условия для поддержания интересов работника и предприятия. А регулятором этого механизма является государство, его органы и специальные службы. Чтобы спрос и предложение на рынке труда были конкурентными и справедливыми, государство разрабатывает особые способы контролирования и регулирования. Совокупность таких функций государства призваны обеспечить стабильное функционирование рынка труда. Для такой государственной политики необходимы многочисленные методы сбора информации, оценки и ее анализ. Этим в России занимается Федеральная служба государственной статистики или Росстат. Это главный орган, собирающий и анализирующий всю статистическую информацию в стране.

Современную экономическую систему любой страны сложно представить без статистических показателей и математических расчетов. По своей сути математика и статистика, как науки, очень схожи. В их основе лежит исследование количественных форм, установление связей и взаимозависимости. Наложение математических формул и принципов расчета на результаты статистических наблюдений и полученные статистические показатели позволяет разработать многофункциональные аналитические методы исследования социально-экономических процессов и явлений.

С помощью статистических наблюдений образовывается информационная база о социально-экономическом состоянии и страны, которая постоянно пополняется. Математическая формализация этих данных способствуют изучению, анализу сложившихся ситуаций и получению определенных выводов, позволяет определить проблемы и своевременно их устранить. Использование математического моделирования позволяет строить прогнозы на основе проанализированных данных для дальнейшего развития и совершенствования управления государством.

В частности, для рынка труда как системы в экономике, статистика и математика играют важную роль. На основе статистических данных и математических расчетов определяют величину прожиточного минимума, минимальный размер оплаты труда и уровень жизни населения, рассчитывают среднюю заработную плату в отдельных отраслях и в экономике в целом, выявляют спрос и предложение на определенные профессии.

Существует множество различных статистических показателей, индексов и коэффициентов, которые используют для расчетов на рынке труда. Например, основные показатели занятости, безработицы и экономической активности населения позволяют понять процентное соотношение безработного и занятого населения по сравнению с общим числом населе-

ния. Эти коэффициенты соответственно характеризуют уровень занятости и безработицы. Они имеют огромное значение для вычисления рабочей силы и экономического потенциала страны. Также важную роль в статистическом анализе рынка труда играют показатели численности рабочей силы: средняя, явочная и списочная. Эти показатели необходимы в первую очередь, для того чтобы знать о количестве задействованных трудом людей на предприятиях и отдельных отраслях.

Одним из основных показателей характеризующий как рынок труда, так и уровень жизни населения является заработная плата и ее средний уровень. Заработная плата – это вознаграждение работника за выполненную им работу. Выделяют номинальную и реальную заработную плату. Их отличие состоит в том, что реальная плата представляют собой ту же номинальную, но в соответствии с действительностью, можно сказать одна выходит из другой. Реальная заработная плата в основном определяется положением экономики в стране, подвержена влиянию инфляции и колебанию цен [2].

В настоящее время проблема заработной платы, занятости и безработицы населения приобретает актуальное значение. Уровень жизни населения сильно зависит от экономической и политической обстановки в стране, многочисленные санкции, уход зарубежных компаний и брендов, закрытие предприятий и простой рабочих. Все это может сильно отразиться на качестве жизни и уровне заработной платы. Поэтому в такой период необходимо качественное статистическое наблюдение и анализ, чтобы построить эффективные прогнозы и дать объективную оценку.

Средняя заработная плата это достаточно важный экономический и социальный показатель, на основе его расчётов можно оценить качественный уровень жизни граждан и проанализировать общественное благосостояние. Также этот показатель служит основным для формирования экономической политики государства. Для большинства населения нашей страны заработная плата является основным источником существования. На основе данных Федеральной службы государственной статистики можем проследить изменение среднемесячной заработной платы за последние 10 лет. Применение математических расчетов позволит получить показатели динамики: абсолютного прироста, темпа роста и прироста средней заработной платы [3].

Таблица 1.

Показатели средней заработной платы за 2012-2021 годы в России

Год	Средняя заработная плата, тыс. руб.	Абсолютный прирост, тыс. руб.		Темп роста, %		Темп прироста, %		Абсолютное значение 1% прироста
		цепной	базисный	цепной	базисный	цепной	базисный	
012	26629	-	-	-	-	-	-	-
013	29792	3163	3163	111,87	111,87	11,87	11,87	266,47

014	32495	2 703	5 866	109,07	122,02	9,07	22,02	298,01
015	34030	1 535	7 401	104,7	127,79	4,7	27,79	326,59
016	36709	2 679	10 080	107,87	137,85	7,87	37,85	340,40
017	39167	2 458	12 538	106,69	147,08	6,69	47,08	367,41
018	43724	4 557	17 095	111,63	164,19	11,63	64,19	391,83
019	47867	4 143	21 238	109,47	179,75	9,47	79,75	437,48
020	51344	3 477	24 715	107,26	192,81	7,26	92,81	478,92
021	56545	5 201	29 916	110,12	212,34	10,12	112,34	513,93

На основе вычисленных данных можно сказать о том, что абсолютный прирост среднемесячной заработной платы в России за рассматриваемый период составил 29916 рублей, темп роста составил 212,34%, а темп прироста показал 112,34%. Упадок средней заработной платы наблюдался лишь в 2015 году, связано это было с ухудшением экономического состояния нашей страны. Однако значительный прирост заработной платы можно наблюдать за последние 4 года, начиная с 2018, он составил около 60%. Таким образом, на основе расчетов мы выявили и проследили рост среднемесячной заработной платы за последние 10 лет. Для наглядности покажем это увеличение на графике.

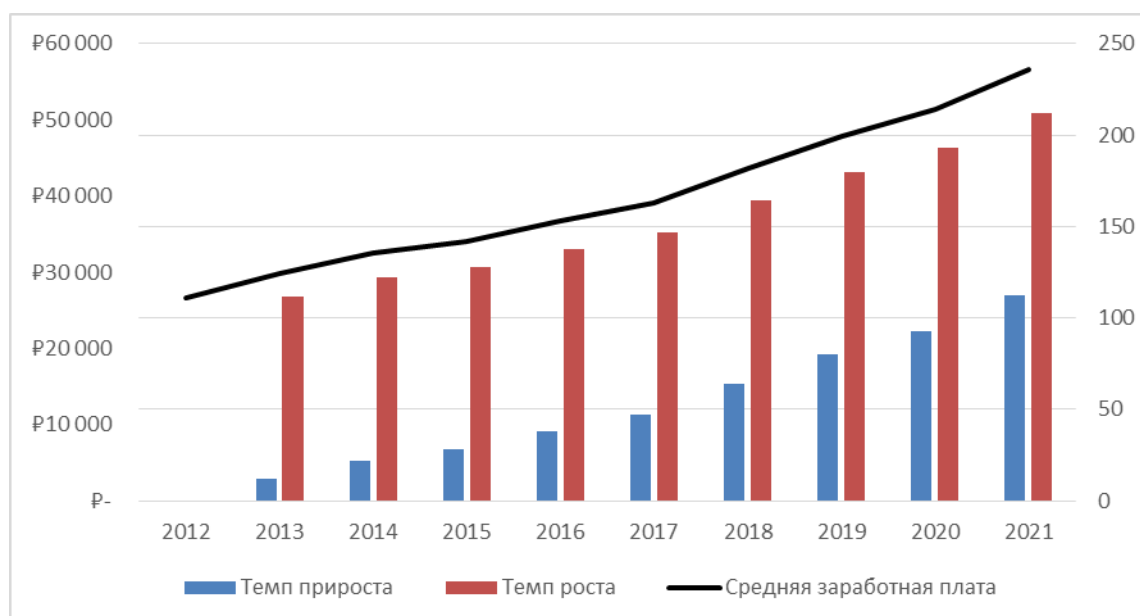


Рис. 1. Динамика изменения среднемесячной заработной платы за 2012-2021 годы

Заработная плата представляет собой макроэкономический показатель характеризующий не только рынок труда, но и состояние экономики в целом. Проведя расчеты и анализ темпа роста заработной платы можно выявить определенные закономерности и предпосылки [1].

Стоит также отметить, что такие показатели как, минимальный размер оплаты труда и прожиточный минимум имеют существенное значение в формировании и установлении заработной платы работников. Рассмотрим динамику изменения размера прожиточного минимума населения за 2012-2021 годы.

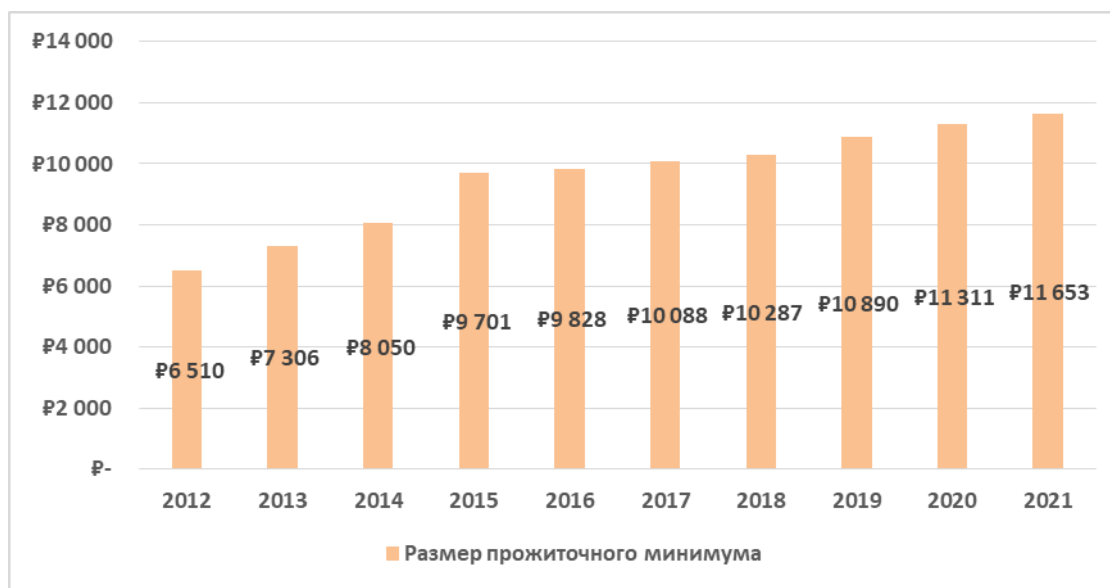


Рис. 2. Динамика изменения размера прожиточного минимума за 2012-2021 годы

Абсолютный рост прожиточного минимума за рассматриваемый период составил 5143 рубля, а темп прироста составил 79%, что на 33% меньше чем прирост средней заработной платы. Принимая во внимание полученные данные можно провести корреляционно-регрессионный анализ и выявить взаимосвязь между средней заработной платой и размером прожиточного минимума.

Математические и статистические показатели, используемые в экономике, отражают значимые факторы и выступают как неотъемлемые части в экономической структуре. На основе математики и статистических расчётов выявляют динамику, строят тренды и прогнозы. Одним из основных методов, используемых при расчетах, является корреляционно-регрессионный анализ. С его помощью осуществляется выявление зависимостей и тесноты связи между экономическими и социальными явлениями.

Примем факторный признак (X) в качестве прожиточного минимума, а за результативный (Y) возьмем среднюю заработную плату. Взятые нами параметры имеют простой вид регрессии. Уравнение парной регрессии имеет вид:  $y = a_0 + a_1 \cdot x$ .

В нашем случае уравнение будет иметь вид:  $y = -82145560 + 8595 \cdot x$ .

Показатель  $a_1$  будет равен 8595 рублей, при этом можно сделать вывод, что при увеличении прожиточного минимума на 1000 рублей, средняя заработная плата будет иметь рост на 8595 рублей.

Найдя средние факторные и результативные признаки, то есть средний прожиточный минимум и средняя заработная плата за 10 лет. Соответственно  $X$  и  $Y$  будут равняться 9562 рубля и 39830 рублей. Далее на основе полученных расчетов, найдем среднее квадратическое отклонение для факторного и результативного признака. Соответственно они равняются 1636 и 9393.

Исходя из приведенных результатов необходимо рассчитать коэффициент корреляции ( $r$ ). Вычисленный коэффициент можно охарактеризовать высоким в пределах полученной корреляционной зависимости. Коэффициент корреляции  $r$  равняется 0,91. Что является хорошим коэффициентом и говорит о сильной зависимости между рассматриваемыми факторами. Таким образом, можно сделать вывод, что изменение размера прожиточного минимума может иметь сильную связь с изменением средней заработной платы. И взаимодействие между этими показателями является значимым для определения прогнозов.

Использование таких математических методов и статистических показателей важно не только в теории, но и как мы показали на практике, в реальных экономических условиях.

#### Список литературы

1. Дмитриев А.О., Золотарева Е.Л. Оценка динамики и качества организации оплаты труда [Электронный ресурс] // Политика, экономика и инновации. – 2020. – № 2 (31). – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-dinamiki-i-kachestva-organizatsii-oplaty-truda> (дата обращения: 08.05.2022).
2. Рынок труда и трудовая миграция: учеб. пособие / В.А. Васяйчева, Д.Г. Слатов. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. – 96 с.
3. Труд и занятость в России. 2021: Стат. сб. / Росстат – Т78. – М., 2021. – 177 с

### АЛГОРИТМЫ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОМОЩИ ФРАКТАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

*Ермаков А.А.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – д-р п.н., заведующий кафедрой*

*Дворяткина С.Н.<sup>2</sup>*

*<sup>1, 2</sup>Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина  
e-mail: <sup>1</sup>artem\_ermakov\_00@list.ru, <sup>2</sup>sobdvor@yelets.lipetsk.ru,*

**Аннотация.** Актуальность исследования обусловлена тем, что в последнее время наблюдается повышение интереса со стороны участников финансового рынка к инструментам фундаментального анализа, а со стороны исследователей, соответственно,



поиском совершенных методов анализа и прогноза с целью их практического применения для построения эффективной торговой стратегии. В статье предложена реализация фрактальных методов для анализа и прогноза экономических систем, в частности для прогноза котировок акций ПАО «Сбербанк России». Рассмотрен данный инструментарий на базе исторического моделирования (временных рядов). Раскрыт экономический смысл различных значений показателя Херста и фрактальной размерности, их особенности в прогнозе фондовых рынков. Приведён алгоритм нахождения данных показателей, который был реализован в прикладной программе Microsoft Excel для котировок акций ПАО «Сбербанк России».

**Ключевые слова:** финансовый рынок, временные ряды, фрактальные методы, показатель Херста, R/S анализ, Microsoft Excel.

## ALGORITHMS FOR IMPLEMENTING METHODS OF FORECASTING AND ANALYSIS OF ECONOMIC PROCESSES USING FRACTAL CHARACTERISTICS

*Ermakov A.A.*

*Scientific supervisor – Dvoryatkina S.N.*

**Abstract.** The relevance of the study is due to the fact that recently there has been an increase in interest on the part of market participants in fundamental analysis tools, and on the part of researchers, respectively, in the search for perfect methods of analysis and forecasting with the aim of their practical application to build an effective trading strategy. The article proposes the implementation of fractal methods for the analysis and forecast of economic systems, in particular for the forecast of stock quotes of Sberbank of Russia. This toolkit is considered on the basis of historical modeling (time series). The economic meaning of various values of the Hurst exponent and fractal dimension, their features in the forecast of stock markets are revealed. An algorithm for finding these indicators is given, which was implemented in the Microsoft Excel application program for stock quotes of Sberbank of Russia.

**Keywords:** financial market, time series, fractal methods, Hurst exponent, R/S analysis, Microsoft Excel.

**Введение.** В настоящее время прогнозирование является наиболее важной и актуальной проблемой в экономической сфере: финансовые рынки, инвестиционная и кредитная деятельность. Данные отрасли нуждаются в качественной оценке рисков и в составлении корректных прогнозов. Классические подходы к анализу рисков финансового рынка и экономических единиц, такие как фундаментальный и технический анализ, вероятностно-статистические методы прогноза и оценки (скользящих средних, экстраполяция трендов, простая и множественная регрессия, авторегрессионная модель и другие), зачастую подвергаются перекрестной критике, и имеют ряд недостатков по сравнению друг с другом. Но есть и совершенно очевидный недостаток, замеченный основателем фрактальной геометрии Б. Мандельбротом: классические финансовые модели предсказывают, что резкие скачки или обвалы не должны происходить никогда. Однако реальный финансовый рынок демонстрирует периодические «обвалы» и резкие скачки, он нелинеен, и характер его поведения очень напоминает поведение стохастических систем [4].

Из-за большого количества факторов, влияющих на курс ценных бумаг и валют, классические методы прогноза стали неэффективными для прогнозирования [1]. Большое количество не связанных между собой событий и необходимость прогнозирования фондового рынка, вызвало интерес ученых-исследователей к анализу финансовых временных рядов [2, 3, 5, 7]. Вероятностные модели, основанные на предположении Луи Башелье, о том, что динамика финансового рынка подчиняется закону нормального распределения, была опровергнута множественными исследованиями, в которых распределение финансовых потоков по кривой Гаусса, являлись редчайшими событиями. Новое предположение о сущности финансового рынка выдвинул Бенуа Мандельброт и его соратники [9]. Б. Мандельброт предположил, что динамика фондового рынка не является случайной, а подчиняется степенному закону. Любой финансовый временной ряд на некотором интервале масштабов самоподобен, а процессы, происходящие в данный момент, определяются предыдущими состояниями, следовательно, оценка долговременной памяти исследуемых временных рядов осуществляется с применением фрактальных методов. Анализируя чередование участков с различной фрактальной размерностью и тем, как на систему воздействуют внешние и внутренние факторы, можно научиться предсказывать поведение системы. И что самое главное, диагностировать и предсказывать нестабильные состояния. Изучение природы этих скачков и степени стабильности экономических процессов имеет большое значение для понимания поведения финансовых событий.

*Объект исследования:* инструменты фрактального анализа.

*Предмет исследования:* рынок акций ПАО «Сбербанк России».

*Целью данной работы* является разработка алгоритма прогнозирования степени стабильности экономических систем, в частности котировок акций ПАО «Сбербанк России», с использованием методов и инструментов фрактального анализа.

*Научная новизна исследования* состоит в том, что автором впервые применен метод фрактального анализа к прогнозу котировок акций ПАО «Сбербанк» с учетом общей фрактальной размерности экономической системы.

*Теоретическая значимость* работы заключается в постановке и решении важной для науки проблемы прогнозирования временных рядов экономической природы, в развитии теоретического уровня современных исследований на стыке экономики, математического моделирования и фрактальной теории.

*Практическая значимость* работы заключается в том, что разработанные алгоритмы с применением ТП MS Excel могут быть применены как дополнительный инструмент при финансовом анализе кредитоспособности заемщика и составлении кредитного рейтинга заемщиков в кредитующем подразделении ПАО «Сбербанк России». Применение данной методики

позволило повысить уровень надежности полученных при анализе результатов.

### **Результаты исследования.**

#### *Применение фрактального анализа к экономическим системам*

Основополагающим фактором развития степенных временных рядов, является исследование гидролога – Гарольда Эдвина Хёрста, который работал над их анализом с 1906 года. У гидролога была цель построить водохранилища на реке Нил таким образом, чтобы в засушливые годы у населения была вода. В то время исследования основывались на том, что временной ряд с большим количеством событий подчинялся нормальному закону распределения или являлся случайным. В процессе исследования Хёрст использовал формулу Эйнштейна, которая гласит, что при последовательных случайных событиях размах равен квадратному корню из количества испытаний [6]:

$$R = n^{0.5}.$$

Однако при своем исследовании Хёрст заметил, что размах расширялся быстрее, чем по формуле. Так показатель степени Хёрста для разлива реки составил 0,75.

Позже Мандельброт обнаружил в формуле Хёрста связь с фрактальностью временных рядов, а так же применил R/S анализ к фондовому рынку. Параллельно с Б. Мандельбротом, проводил свои исследования Э. Петерс, который получил высокий показатель Хёрста для крупных компаний, так называемых голубых фишек, и низкий для небольших компаний, второго эшелона, близкий к 0,5. В процессе исследования показателя, Мандельброт заметил, что при значениях  $H = 0,5$ , процесс являлся случайным, как при броуновском движении. При значении  $H > 0,5$ , у процесса появлялась «долговременная память», то есть процесс в большей степени зависел от прошедших показателей. А при  $H < 0,5$ , процесс являлся антиперсистентным, то есть частые, но небольшие изменения. Согласно Мандельброту, в природе часто встречаются системы с показателем  $H > 0,5$ , которые исследователь назвал инерционными (персистентными). Инерционные процессы характеризуются независимостью от временного масштаба, что, очевидно, является свойством фрактальности.

Б. Мандельброт, отмечая очевидную связь между показателем Херста и фрактальной размерностью как дескрипторов временного ряда, в свою очередь пояснял, что соотношение  $H = 2 - D$  сохраняется в мелко-масштабной структуре. В частности, показатель Херста можно понимать как дескриптор глобальных корреляций, в то время как фрактальную размерность можно рассматривать как характеристику локальной мелко-масштабной структуры.

Важной особенностью применения фрактальных методов в изучении финансовых показателей является наличие критического значения фрактальной размерности временной кривой. В случае приближения к этому показателю система теряет устойчивость и переходит в нестабильное состояние. Поэтому в зависимости от тенденции, имеющей место в данное время, параметры либо быстро возрастают, либо убывают.

Данную закономерность можно наблюдать при анализе, например, динамики курса доллара по отношению к российскому рублю во время кризиса 1998 года. Резкий подъем фрактальной размерности показателя  $D=1,38$  с декабря по март до значения  $D=1,65$  в период с мая по август наблюдался непосредственно перед скачком курса доллара. Следовательно, можно использовать фрактальную размерность определенной величины как индикатор кризиса или катастрофы.

Следующей особенностью фрактальной размерностью является тот факт, что данная величина может служить индикатором количества факторов, влияющих на систему. Эта особенность фрактальной размерности была установлена в исследовании И.В. Цветкова [8]. Если  $D < 1,4$ , то на систему влияет одна или несколько сил, направляющих систему в одном направлении. Если  $D \approx 1,5$ , то действующие силы на систему разнонаправлены, но более или менее компенсируют друг друга. В этом случае поведение системы является стохастическим и хорошо описывается классическими статистическими методами. Если  $D > 1,6$ , то система становится неустойчивой, и может перейти в новое состояние.

Полученные закономерности являются общими, и для каждой системы следует устанавливать конкретные закономерности факторов влияния.

#### *Алгоритм R/S анализа*

Показатель Хёрста как мера стабильности функционирования экономической системы находится из формулы:

$$R/S = c \cdot n^H,$$

где  $R$  – размах,  $S$  – стандартное отклонение,  $c$  – некоторая постоянная,  $n$  – количество элементов в выборке.

Однако если просто взять выборку и найти показатель, то сильно мешается константа. Так для нахождения показателя Хёрста с помощью R/S анализа есть целый алгоритм:

- 1) Берётся выборка из  $n$  элементов, так чтобы  $n$  было чётным.
- 2) Выборку преобразуют с помощью логарифмов по формуле:

$$\log \frac{t_i}{t_{i-1}},$$

где  $i$  меняется от 1 до  $n$ , а  $t_i$  – элемент, стоящий на  $i$ -ом месте.

3) Находится наименьший собственный делитель  $m$  выборки  $n$ , который будет больше 10.

4) Всю выборку разделяют на  $k$  групп равных  $n/m$ .

5) В каждой группе  $k$  находят среднее значение по формуле:

$$\bar{t}_{k_1} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_i,$$

$$\bar{t}_{k_2} = \frac{1}{m} \sum_{i=m+1}^{2m} t_i.$$

6) Для каждой значения  $t_i$  находят отклонение от среднего значения группы  $k$ , обозначают его за  $X_i$ :

$$X_i = t_i - \bar{t}_k.$$

7) Для каждой группы  $k$  рассчитывают размах по формуле:

$$R_k = \max(X_i) - \min(X_i).$$

8) Для каждой группы  $k$  рассчитывают стандартное отклонение по формуле:

$$S_k = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (t_i - \bar{t}_k)^2}.$$

9) Для всех групп рассчитывают показатель  $R/S$  и находят среднее значение  $R/S$  вариации по формуле:

$$\overline{R/S_j} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R/S_i,$$

где  $j$  – собственный делитель  $n$ , который в каждой вариации равен числу  $m$ .

10) Далее берут следующий собственный делитель  $n$  и проделывают шаги 4) – 9) для каждого собственного делителя  $n$ .

11) Получив количество значений  $R/S$  равное количеству собственных делителей числа  $n$ , строят уравнение линейной регрессии, которое легче всего реализуется методом наименьших квадратов.

Из формулы  $R/S$  выражают показатель Хёрста  $H$ , прологарифмировав правую и левую часть:

$$\log R/S = \log c + H \cdot \log n.$$

Можно заметить, что формула похожа на линейную функцию  $y = ax + b$ .

Взяв в качестве параметра зависимой переменной прологарифмированный  $R/S_j$ , а независимой переменной прологарифмированное количество групп  $k$  в каждом  $j$  делителе.

*Реализация R/S анализа в ТП MS Excel*

Данный алгоритм несложно реализуется на Microsoft Excel, что можно продемонстрировать на примере котировок акций ПАО «Сбербанк» с 31 января 2018 года по 31 января 2022 года.

Получив котировки акций за данный период, необходим столбец закрытия <CLOSE> (рис. 1).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<TICKER>	<PER>	<DATE>	<TIME>	<OPEN>	<HIGH>	<LOW>	<CLOSE>
2	SBER	D	31.01.2018	0	257,5	264,79	255,7	264,5
3	SBER	D	01.02.2018	0	265	270,3	260,6	263,2
4	SBER	D	02.02.2018	0	263,63	264,83	256,2	257,32
5	SBER	D	05.02.2018	0	254,93	258,29	252,6	255,64
6	SBER	D	06.02.2018	0	249,98	262,55	248,1	258,94
7	SBER	D	07.02.2018	0	263	264,37	256,26	257,58
8	SBER	D	08.02.2018	0	256,4	259,76	253,19	253,19
9	SBER	D	09.02.2018	0	249,48	252,89	244,13	250,11
10	SBER	D	12.02.2018	0	253	256,36	251,67	255,05
11	SBER	D	13.02.2018	0	255,87	258,62	254,7	258,3
12	SBER	D	14.02.2018	0	259,08	263,37	257,26	262,03
13	SBER	D	15.02.2018	0	267,53	268,77	264	264,58
14	SBER	D	16.02.2018	0	265,81	267,97	263,11	266,99
15	SBER	D	19.02.2018	0	267	270	265,3	266,85
16	SBER	D	20.02.2018	0	266,86	267,8	264,72	267,22
17	SBER	D	21.02.2018	0	266,06	279,2	266,05	279,2
18	SBER	D	22.02.2018	0	277,96	279,5	275,52	277,49
19	SBER	D	26.02.2018	0	279	285	278,59	279,97
20	SBER	D	27.02.2018	0	280,82	280,99	276,61	278,21
21	SBER	D	28.02.2018	0	276,02	277,41	272	272,4
22	SBER	D	01.03.2018	0	270,98	277	270,9	275
23	SBER	D	02.03.2018	0	274,4	275,5	268,56	273
24	SBER	D	05.03.2018	0	273,7	278,84	273,5	277
25	SBER	D	06.03.2018	0	278,5	281,5	274,03	274,03
26	SBER	D	07.03.2018	0	272,99	276,72	270,15	274
27	SBER	D	09.03.2018	0	274,57	275,48	270,61	274,6
28	SBER	D	12.03.2018	0	276,05	277,3	273,55	274,3
29	SBER	D	13.03.2018	0	274	275,93	272,66	273,95
30	SBER	D	14.03.2018	0	272,92	273,4	262,11	262,5
31	SBER	D	15.03.2018	0	263,01	264,61	253,29	254,51
32	SBER	D	16.03.2018	0	255,28	257,98	249,76	256,15
33	SBER	D	19.03.2018	0	257,8	259,81	250,01	255

Рис. 1. Котировки акций ПАО «Сбербанк»

Для взятого периода количество дней будет равняться 1012, что кратно двум и является первым шагом алгоритма R/S анализа.

Чтобы было легче работать, создадим новый документ Microsoft Excel и перенесём весь столбец H в столбец A нового документа.

На втором шаге, преобразуем выборку с помощью логарифмов, для простоты будем брать натуральный логарифм, логично, что для первого элемента выборки значение данного логарифма будет отсутствовать, поэтому поставим 0, а в ячейке J3 напишем  $=LN(A3/A2)$  (рис.2).

Столбец B заполним числами, которые будут показывать, какое по счёту значение в данной строке, написав в ячейке B1 букву n. Для более быстрого заполнения данного столбца в ячейке B2 можно поставить 1, а в ячейку B3 написать  $=B2+1$  и растянуть ячейку до конца таблицы (рис 3).

J
0
=LN(A3/A2)
-0,02259375
-0,00655024
0,01282617
-0,00526602
-0,01719016
-0,01223937
0,019558783
0,012662096
0,014337301
0,009684662
0,009067541
-0,0005245
0,001385586
0,043856082
-0,00614347
0,008897558
-0,00630623
-0,02110465
0,009499523
-0,0072993
0,014545711
-0,01077992
-0,00010948
0,002187387
-0,0010931

Рис. 2. Столбец J

	A	B
1	<CLOSE>	n
2	264,5	1
3	263,2	=1+B2
4	257,32	3
5	255,64	4
6	258,94	5
7	257,58	6
8	253,19	7
9	250,11	8
10	255,05	9
11	258,3	10
12	262,03	11
13	264,58	12
14	266,99	13

Рис. 3. Столбец B

Столбец C будет вспомогательным, в ячейках которого, кроме ячейки C1, будут нули и единицы. Данный столбец будет нужен при разбиении выборки на  $k$  групп. В случае если число делится нацело на  $m$ , в ячейке будет стоять 1, иначе 0, а в ячейке C1 будет записываться, какое значение собственного делителя числа  $n$  мы используем. Для нашего конкретного примера  $m$  будет равняться 11, 22, 23, 44, 46, 92, 253 и 506. Записав в ячейку C1 значение  $m$  в ячейке C2 запишем =ЕСЛИ(ОСТАТ(B2;C\$1)=0;1;) и растянем её до конца таблицы, получив столбец из нулей и единиц (рис. 4).

	A	B	C
1	<CLOSE>	n	11
2	264,5	1	0
3	263,2	2	0
4	257,32	3	0
5	255,64	4	0
6	258,94	5	0
7	257,58	6	0
8	253,19	7	0
9	250,11	8	0
10	255,05	9	=ЕСЛИ(ОСТАТ(B10;C\$1)=0;1;)
11	258,3	10	0
12	262,03	11	1
13	264,58	12	0
14	266,99	13	0
15	266,85	14	0
16	267,22	15	0
17	279,2	16	0
18	277,49	17	0

Рис. 4. Столбец C



Благодаря столбцу С выборка разделилась на k групп, в каждой из которых находим t среднее. Для среднего значения запишем в =D12 ЕСЛИ(C12=1;СУММ(J2:J12)/C\$1;0) и растянем её вверх и вниз (рис. 5).

	A	B	C	D
1	<CLOSE>	n	11 t	
2	264,5	1	0	0
3	263,2	2	0	0
4	257,32	3	0	0
5	255,64	4	0	0
6	258,94	5	0	0
7	257,58	6	0	0
8	253,19	7	0	0
9	250,11	8	0	0
10	255,05	9	0	0
11	258,3	10	0	0
12	262,03	11	1	=ЕСЛИ(C12=1;СУММ(J2:J12)/C\$1;0)
13	264,58	12	0	0
14	266,99	13	0	0
15	266,85	14	0	0
16	267,22	15	0	0
17	279,2	16	0	0

Рис. 5. Столбец D

Далее в ячейке E2 находим отклонение от среднего X, написав =J2-СУММ(D2:D12) и растянув её до конца электронной таблицы (рис. 6).

	A	B	C	D	E
1	<CLOSE>	n	11 t		Отклонение от среднего X
2	264,5	1	0	0	=J2-СУММ(D2:D12)
3	263,2	2	0	0	-0,00407412
4	257,32	3	0	0	-0,021740821
5	255,64	4	0	0	-0,00569731
6	258,94	5	0	0	0,013679102
7	257,58	6	0	0	-0,004413091
8	253,19	7	0	0	-0,016337225
9	250,11	8	0	0	-0,011386442
10	255,05	9	0	0	0,020411715
11	258,3	10	0	0	0,013515028
12	262,03	11	1	-0,000852932	0,015190233
13	264,58	12	0	0	0,005956226
14	266,99	13	0	0	0,005339106
15	266,85	14	0	0	-0,004252938
16	267,22	15	0	0	-0,002342849
17	279,2	16	0	0	0,040127646
18	277,49	17	0	0	-0,00987191
19	279,97	18	0	0	0,005169122
20	278,21	19	0	0	-0,010034666
21	272,4	20	0	0	-0,024833086

Рис. 6. Столбец E



На следующем шаге мы рассчитываем размах каждой группы и записываем его в столбец F. Так как размах, как и среднее значение, является единым для группы, формулу будем записывать не в начальных ячейках, а напротив единицы из столбца C. Поэтому в ячейку C12 напишем =ЕСЛИ(C12=1;МАКС(E2:E12)-МИН(E2:E12);0) и растянем ячейку вверх и вниз (рис. 7).

	A	B	C	D	E	F
1	<CLOSE>	n	11 t		Отклонение от среднего X	Размах в каждой группе
2	264,5	1	0	0	0,000852932	0
3	263,2	2	0	0	-0,00407412	0
4	257,32	3	0	0	-0,021740821	0
5	255,64	4	0	0	-0,00569731	0
6	258,94	5	0	0	0,013679102	0
7	257,58	6	0	0	-0,004413091	0
8	253,19	7	0	0	-0,016337225	0
9	250,11	8	0	0	-0,011386442	0
10	255,05	9	0	0	0,020411715	0
11	258,3	10	0	0	0,013515028	0
12	262,03	11	1	-0,000852932	0,015190233	=ЕСЛИ(C12=1;МАКС(E2:E12)-МИН(E2:E12);0)
13	264,58	12	0	0	0,005956226	0
14	266,99	13	0	0	0,005339106	0
15	266,85	14	0	0	-0,004252938	0
16	267,22	15	0	0	-0,002342849	0
17	279,2	16	0	0	0,040127646	0
18	277,49	17	0	0	-0,00987191	0
19	279,97	18	0	0	0,005169122	0
20	278,21	19	0	0	-0,010034666	0
21	272,4	20	0	0	-0,024833086	0
22	275	21	0	0	0,005771088	0
23	273	22	1	0,003728436	-0,011027738	0,064960732

Рис. 7. Столбец F

Далее по алгоритму рассчитываем стандартное отклонение, которое так же для каждой группы является единственным. Для её расчёта используем функцию excel СТАНДОТКЛОН. В ячейке G12 напротив единицы из столбца C напишем =ЕСЛИ(C12=1;СТАНДОТКЛОН(J2:J12);0) (рис. 8).

	A	B	C	D	E	F	G
1	<CLOSE>	n	11 t		Отклонение от среднего X	Размах в каждой группе	Стандартное отклонение
2	264,5	1	0	0	0,000852932	0	0
3	263,2	2	0	0	-0,00407412	0	0
4	257,32	3	0	0	-0,021740821	0	0
5	255,64	4	0	0	-0,00569731	0	0
6	258,94	5	0	0	0,013679102	0	0
7	257,58	6	0	0	-0,004413091	0	0
8	253,19	7	0	0	-0,016337225	0	0
9	250,11	8	0	0	-0,011386442	0	0
10	255,05	9	0	0	0,020411715	0	0
11	258,3	10	0	0	0,013515028	0	0
12	262,03	11	1	-0,000852932	0,015190233	0,042152536	=ЕСЛИ(C12=1;СТАНДОТКЛОН(J2:J12);0)
13	264,58	12	0	0	0,005956226	0	0
14	266,99	13	0	0	0,005339106	0	0
15	266,85	14	0	0	-0,004252938	0	0
16	267,22	15	0	0	-0,002342849	0	0
17	279,2	16	0	0	0,040127646	0	0
18	277,49	17	0	0	-0,00987191	0	0
19	279,97	18	0	0	0,005169122	0	0
20	278,21	19	0	0	-0,010034666	0	0
21	272,4	20	0	0	-0,024833086	0	0
22	275	21	0	0	0,005771088	0	0
23	273	22	1	0,003728436	-0,011027738	0,064960732	0,016414185
24	277	23	0	0	0,019983186	0	0
25	274,03	24	0	0	-0,005342442	0	0

Рис. 8. Столбец G

В столбце Н рассчитаем отношение размаха к стандартному отклонению в каждой группе. Для того чтобы не делить на 0 запишем =ЕСЛИ(G12=0;0;F12/G12) напротив единичной ячейки из столбца С (рис. 9).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<CLOSE>	n	11	t	Отклонение от среднего X	Размах в каждой группе	Стандартное отклонение	R/S
2	264,5	1	0	0	0,000852932	0	0	0
3	263,2	2	0	0	-0,00407412	0	0	0
4	257,32	3	0	0	-0,021740821	0	0	0
5	255,64	4	0	0	-0,00569731	0	0	0
6	258,94	5	0	0	0,013679102	0	0	0
7	257,58	6	0	0	-0,004413091	0	0	0
8	253,19	7	0	0	-0,016337225	0	0	0
9	250,11	8	0	0	-0,011386442	0	0	0
10	255,05	9	0	0	0,020411715	0	0	0
11	258,3	10	0	0	0,013515028	0	0	0
12	262,03	11	1	-0,000852932	0,015190233	0,042152536	0,013984402	=ЕСЛИ(G12=0;0;F12/G12)
13	264,58	12	0	0	0,005956226	0	0	0
14	266,99	13	0	0	0,005339106	0	0	0
15	266,85	14	0	0	-0,004252938	0	0	0
16	267,22	15	0	0	-0,002342849	0	0	0
17	279,2	16	0	0	0,040127646	0	0	0

Рис. 9. Столбец Н

Наконец рассчитаем размах вариации при  $m = 11$  написав в ячейку I2 =СУММ(Н:Н)/(В1013/С\$1) (рис. 10).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<CLOSE>	n	11	t	Отклонение от среднего X	Размах в каждой группе	Стандартное отклонение	R/S	Размах Вариации	
2	264,5	1	0	0	0,000852932	0	0	0	=СУММ(Н:Н)/(В1013/С\$1)	0
3	263,2	2	0	0	-0,00407412	0	0	0		-0,00492705
4	257,32	3	0	0	-0,021740821	0	0	0		-0,02259375
5	255,64	4	0	0	-0,00569731	0	0	0		-0,00655024
6	258,94	5	0	0	0,013679102	0	0	0		0,01282617
7	257,58	6	0	0	-0,004413091	0	0	0		-0,00526602
8	253,19	7	0	0	-0,016337225	0	0	0		-0,01719016
9	250,11	8	0	0	-0,011386442	0	0	0		-0,01223937
10	255,05	9	0	0	0,020411715	0	0	0		0,019558783
11	258,3	10	0	0	0,013515028	0	0	0		0,012662096
12	262,03	11	1	-0,000852932	0,015190233	0,042152536	0,013984402	3,014253736		0,014337301
13	264,58	12	0	0	0,005956226	0	0	0		0,009684662
14	266,99	13	0	0	0,005339106	0	0	0		0,009067541
15	266,85	14	0	0	-0,004252938	0	0	0		-0,0005245
16	267,22	15	0	0	-0,002342849	0	0	0		0,001385586
17	279,2	16	0	0	0,040127646	0	0	0		0,043856082
18	277,49	17	0	0	-0,00987191	0	0	0		-0,00614347
19	279,97	18	0	0	0,005169122	0	0	0		0,008897558
20	278,21	19	0	0	-0,010034666	0	0	0		-0,00630623
21	272,4	20	0	0	-0,024833086	0	0	0		-0,02110465
22	275	21	0	0	0,005771088	0	0	0		0,009499523
23	273	22	1	0,003728436	-0,011027738	0,064960732	0,016414185	3,957597181		-0,0072993
24	277	23	0	0	0,019983186	0	0	0		0,014545711
25	274,03	24	0	0	-0,005342442	0	0	0		-0,01077992
26	274	25	0	0	0,005327992	0	0	0		-0,00010948
27	274,6	26	0	0	0,007624862	0	0	0		0,002187387
28	274,3	27	0	0	0,004344379	0	0	0		-0,0010931
29	273,95	28	0	0	0,004160685	0	0	0		-0,00127679
30	262,5	29	0	0	-0,037257051	0	0	0		-0,04269453

Рис. 10. Ячейка I2

Получив значение R/S для  $m = 11$ , создадим новый лист в excel и скопируем в новый лист всю таблицу. После копирования заменим значение в ячейке C1 на следующий собственный делитель n и подправим значения в столбцах D, F и G напротив первой встреченной единицы столбца С, так чтобы значения по столбцам J и E начинались с ячейки двойки (рис. 11).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<CLOSE>	n	22		Отклонение от среднего X	Размах в каждой группе	Стандартное отклонение	R/S	Размах Вариации	
2	264,5	1	0	0	-0,001437752	0	0	0	4,061115602	0
3	263,2	2	0	0	-0,006364804	0	0	0		-0,00493
4	257,32	3	0	0	-0,024031505	0	0	0		-0,02259
5	255,64	4	0	0	-0,007987994	0	0	0		-0,00655
6	258,94	5	0	0	0,011388418	0	0	0		0,012826
7	257,58	6	0	0	-0,007693775	0	0	0		-0,00527
8	253,19	7	0	0	-0,018627908	0	0	0		-0,01719
9	250,11	8	0	0	-0,013677126	0	0	0		-0,01224
10	255,05	9	0	0	0,018121031	0	0	0		0,019559
11	258,3	10	0	0	0,011224344	0	0	0		0,012662
12	262,03	11	0	0	0,012899549	0	0	0		0,014337
13	264,58	12	0	0	0,00824691	0	0	0		0,009685
14	266,99	13	0	0	0,007629789	0	0	0		0,009068
15	266,85	14	0	0	-0,001962254	0	0	0		-0,00052
16	267,22	15	0	0	-5,21656E-05	0	0	0		0,001386
17	279,2	16	0	0	0,04241833	0	0	0		0,043856
18	277,49	17	0	0	-0,007581226	0	0	0		-0,00614
19	279,97	18	0	0	0,007459806	0	0	0		0,008898
20	278,21	19	0	0	-0,007743982	0	0	0		-0,00631
21	272,4	20	0	0	-0,022542402	0	0	0		-0,0211
22	275	21	0	0	0,008061771	0	0	0		0,0095
23	273	22	0	=ЕСЛИ(C23=1;СУММ(I2:J23)/\$C\$1;0)	-0,008737054	0,066449835	0,015063878	4,411204		-0,0073
24	277	23	0	0	0,017523257	0	0	0		0,014546
25	274,03	24	0	0	-0,00780237	0	0	0		-0,01078
26	274	25	0	0	0,002868063	0	0	0		-0,00011
27	274,6	26	0	0	0,005164933	0	0	0		0,002187
28	274,3	27	0	0	0,001884451	0	0	0		-0,00109
29	273,95	28	0	0	0,001700756	0	0	0		-0,00128
30	262,5	29	0	0	-0,039716979	0	0	0		-0,04269
31	254,51	30	0	0	-0,027933408	0	0	0		-0,03091

Рис. 11. Исправленные ячейки при  $t = 22$

Таким же образом делаем листы для чисел 23, 44, 46, 92, 253 и 506. Получив все значения R/S для каждого собственного делителя числа  $n$ , создаем новый лист и копируем в столбец A значения ячейки I2 каждого предшествующего листа. Для нашего примера мы получим 8 значений. После копирования в каждой ячейке перед скопированным значением напишем =LN, а само значение возьмём в скобки, тем самым мы прологарифмируем зависимую переменную формулы R/S анализа (рис. 12).

	A
1	=LN('M=11'!\$I\$2)
2	1,401457715
3	1,422057683
4	1,578453268
5	1,618536685
6	1,814347599
7	2,19170224
8	2,500540271

Рис. 12. Прологарифмированная ячейка зависимой переменной

В столбец B копируем ячейку C1 из каждого предшествующего листа, так же прологарифмировав её (рис. 13).

	A	B
1	1,200599829	=LN('M=11'!\$C\$1)
2	1,401457715	3,091042453
3	1,422057683	3,135494216
4	1,578453268	3,784189634
5	1,618536685	3,828641396
6	1,814347599	4,521788577
7	2,19170224	5,533389489
8	2,500540271	6,226536669

Рис. 13. Прологарифмированная ячейка независимой переменной

Чтобы найти показатель Хёрста нужно узнать угол наклона, что можно сделать при помощи функции excel НАКЛОН, взяв за известные значения у столбец А, а в качестве известных значений х столбец В. В ячейке С3 напишем =НАКЛОН(А1:А8;В1:В8) и получим искомый показатель Хёрста (рис. 14).

	А	В	С
1	1,200599829	2,397895273	0,334907066
2	1,401457715	3,091042453	
3	1,422057683	3,135494216	
4	1,578453268	3,784189634	
5	1,618536685	3,828641396	
6	1,814347599	4,521788577	
7	2,19170224	5,533389489	
8	2,500540271	6,226536669	

Рис. 14. Показатель Хёрста ПАО «Сбербанк» с 31 января 2018 по 31 января 2022

Как видно из реализации алгоритма показатель Хёрста для ПАО «Сбербанк» меньше 0,5, что означает, что он является антиперсистентным. В этом случае процесс имеет «розовый окрас» с частыми изменениями направления движения: положительное приращение в прошлом с большей вероятностью означает отрицательное в будущем, и наоборот (следование трендам). Полученное значение фрактальной размерности  $D=1,67$  свидетельствует о неустойчивости системы, которая в любой момент времени может перейти в новое состояние.

**Заключение.** Фондовый рынок, являющийся одним из центральных мест торговли в 21-ом веке, зависит не только от самих участников торгов, но и от макроэкономических и геополитических воздействий, где обычные методы анализа и прогноза являются неэффективными. Благодаря исследованиям Г. Хёрста, Б. Мандельброта и Э. Петерса был получен новый метод анализа временных рядов, который показывает персистентность/антиперсистентность ряда для его дальнейшего анализа и прогноза. Алгоритм анализа является не сложным, но крайне трудоёмким из-за значений собственных делителей временного ряда, тем не менее, реализация данного алгоритма возможна, чтобы было наглядно продемонстрировано.

#### Список литературы

1. Дворяткина С.Н., Головин Д.А. Прогнозирование рынка производных финансовых инструментов на основе рекуррентной нейронной сети // Continuum. Математика. Информатика. Образование. – 2021. – № 2 (22). – С. 62-68.
2. Володин С.Н. Эффективность методов технического анализа при сверхкраткосрочных операциях на фондовом рынке: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.10. – М., 2013. – 162 с.
3. Зиненко А.В. R/S анализ на фондовом рынке // Бизнес-информатика. – 2012. – № 3(21). – С. 24-30.

4. Мандельброт Б. Фракталы, случай и финансы. – Москва - Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2004.
5. Первадчук В.П., Кривоносова Е.К. Применение инструмента мультифрактального анализа к прогнозированию кризисных ситуаций в экономических системах // Наука и бизнес: пути развития. – 2015. – № 2(44). – С. 37-41.
6. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков. Применение хаоса в инвестициях и экономике. – М.: Интернет-трейдинг, 2004.
7. Федосова М.Н. Разработка метода анализа и прогнозирования финансовых временных рядов фондового рынка в условиях нестабильной экономики: дис.... канд. экон. наук. – Красноярск, 2017.
8. Цветков И.В. Фрактальная размерность временного ряда как «флаг» катастроф в социально-экономических процессах // Моделирование сложных систем. – 2001. – № 3. – С. 121-144.
9. Mandelbrot B.B. Statistical Methodology for Nonperiodic Cycles from Covariance to R/S Analysis // Annals of Economic and Social Measurement. – 1972. – V. 1. – Pp. 259-290.

## МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ В УСЛОВИЯХ МАССОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

*Рыбина М.С.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к. физ.-мат. н., доцент*

*Луточкин И.В.<sup>2</sup>*

*Ульяновский государственный университет, г. Ульяновск*

*e-mail: <sup>1</sup>rybina\_maria@icloud.com, <sup>2</sup>lutoshkiniv@ulsu.ru*

**Аннотация.** В статье предлагается модель выбора оптимальной стратегии управления экономической системой в условиях массовых заболеваний. В модели учтены как экономические, так и социально-биологические факторы. Для экономик РФ и Ульяновской области на основе модели проводится анализ оптимального управления во время эпидемии COVID-19.

**Ключевые слова:** модель экономической динамики, массовое заболевание, COVID-19, оптимальное управление.

## MODEL OF OPTIMAL CONTROL OVER AN ECONOMIC SYSTEM IN CONDITIONS OF MASS DISEASES

*Maria Rybina*

*Scientific supervisor – Lutoshkin I.V.*

**Abstract.** The article proposes a model for choosing the optimal strategy for managing the economic system in conditions of mass diseases. The model takes into account both economic and socio-biological factors. For the economies of the Russian Federation and the Ulyanovsk region, an analysis of optimal management during the COVID-19 epidemic is carried out on the basis of the model.

**Keywords:** economic dynamics model, mass disease, COVID-19, optimal control.

**Введение.** Глобализация экономических процессов и рост численности мирового населения приводят к тому, что массовые заболевания становятся фактором, оказывающим влияние на все аспекты жизни общества. В частности, они затрагивают социальную сферу, поскольку заболеваемость усиливает негативные процессы в обществе, а в некоторых случаях может привести к сокращению численности населения [14]. Кроме того, происходят изменения в экономической сфере: при введении ограничительных мер с целью предотвращения роста заболеваемости снижается деловая активность экономических субъектов, уменьшается производительность труда [13]. В сложившихся условиях перед управляющим органом экономической системы возникает ряд задач, связанных с необходимостью минимизировать негативные эффекты массового заболевания. К таким задачам можно отнести: определение объёма расходов на госпитализацию заболевших и оказание им медицинской помощи, информирование граждан о заболевании и способах борьбы с ним, принятие решения о вводе ограничительных мер [5]. Для их эффективного решения необходим инструмент, позволяющий количественно оценить влияние заболевания на социально-экономические факторы и определить стратегию управления в сложившихся условиях.

Примером массового заболевания, затронувшего экономику всего мира, является пандемия COVID-19. Из-за скорости распространения заболевания возникла необходимость оперативно принимать решения о распределении ресурсов, выделенных на здравоохранение и социальную поддержку, и о необходимости введения ограничительных мер. В качестве эффективного инструмента, позволяющего реализовывать указанные действия, может выступать математическая модель, описывающая данную ситуацию, и программный продукт, предназначенный для её анализа.

В актуальных публикациях, посвящённых моделированию динамики массовых заболеваний [1, 3, 4, 8, 10], учитывается только социально-биологический аспект развития эпидемии (используются модели компартиментализации типа SIR или SEIR), однако не менее важным является также сопутствующий анализ экономических показателей, которые находятся в тесной взаимосвязи с социально-биологическими факторами. В [2] прогнозируется динамика эпидемии с помощью экспериментов на моделях типа SEIR с различными значениями параметров, для оценки которых используются статистические данные о COVID-19 в США. Особо отмечается необходимость количественных оценок взаимосвязи пандемии с экономикой и здравоохранением для построения стратегий управления ими. Делается вывод, что рассматриваемая модель требует дальнейшего развития, поскольку в ней отсутствуют факторы, позволяющие произвести такие оценки.

Таким образом, существующие модели не позволяют в полной мере оценивать влияние массовых заболеваний на экономику, так как предназначены для описания их воздействия только на популяцию. Это означает

необходимость построения иной математической модели. Она должна описывать ситуацию, складывающуюся на пересечении биосоциальной среды, экономики и здравоохранения. Кроме того, модель должна позволять прогнозировать динамику массовых заболеваний и оценивать стратегии сдерживания заболеваний через управление социально-экономической сферой.

В [16, 17] была предложена математическая модель, учитывающая социальные, биологические, экономические факторы. Настоящая работа посвящена развитию указанной модели.

**Математическая модель влияния массовых заболеваний на экономику.** Введём разбиение населения ( $N$ , чел.) некоторой экономической системы на следующие группы: соблюдающие ограничительные меры ( $P$ ); не соблюдающие ограничительные меры ( $S$ ); заразившиеся, у которых заболевание находится в инкубационной стадии ( $E$ ); заболевшие ( $I$ ); госпитализированные заболевшие ( $Q$ ); выздоровевшие ( $R$ ); умершие ( $D$ ). Социально-экономический аспект представим показателями: валовый выпуск ( $Y$ , руб.); прибыль экономического субъекта ( $\pi$ , руб.); стоимость основных фондов экономического субъекта ( $K$ , руб.); объём результативного труда ( $L$ , чел.); количество койко-мест в госпиталях для размещения заболевших ( $Z$ , ед.).

Кроме того, рассмотрим вложения в реализацию управляющих воздействий органов власти: вложения в переоборудование существующих койко-мест для размещения заболевших ( $U_1$ , руб.); вложения в увеличение числа койко-мест за счёт строительства новых больниц ( $U_2$ , руб.); вложения в информационную кампанию по борьбе с заболеванием ( $U_3$ , руб.). Также управляющая система принимает административные решения: момент времени, когда органы управления вводят ограничительные меры ( $\tau_1$ ); момент времени, когда происходит снятие ограничений ( $\tau_2$ ).

Эффект от принимаемых управленческих решений может быть описан в виде:

если  $t = \tau_1$ , то  $S(t) = (1 - a)S(t)$ ,  $P(t) = P(t) + aS(t)$ ;

если  $t = \tau_2$ , то  $S(t) = S(t) + bP(t)$ ,  $P(t) = (1 - b)P(t)$ ,

где  $a$  – доля группы «потенциально подверженные заражению», переходящая в группу «соблюдающие защитные меры» в момент  $\tau_1$ ;  $b$  – доля группы «соблюдающие защитные меры», переходящая в группу «потенциально подверженные заражению» в момент  $\tau_2$ .

Опишем уравнения динамики, связывающие введенные показатели:

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} = & k_{PS}P(t) + k_{RS}R(t - \tau) \\ & - \left( k_{SE} \left( \frac{I(t)}{N(t)} \right) + k_{SP}(U_3(t)) - \rho \right) S(t), \end{aligned} \quad (1)$$



$$\frac{dP}{dt} = k_{SP}(U_3(t))S(t) - k_{PS}P(t), \quad (2)$$

$$\frac{dE}{dt} = k_{SE}\left(\frac{I(t)}{N(t)}\right)S(t) - k_{EI}E(t), \quad (3)$$

$$\frac{dI}{dt} = k_{EI}E(t) - (k_{IQ} + k_{IR} + k_{ID})I(t), \quad (4)$$

$$\frac{dQ}{dt} = k_{IQ}I(t) - (k_{QD} + k_{QR})Q(t), \quad (5)$$

$$\frac{dR}{dt} = k_{IR}I(t) + k_{QR}Q(t) - k_{RS}R(t), \quad (6)$$

$$\frac{dD}{dt} = k_{QD}Q(t) + k_{ID}I(t), \quad (7)$$

$$\frac{dZ}{dt} = g(U_2(t)) - \mu Z(t) + kU_1. \quad (8)$$

Здесь  $\rho$  – естественный прирост населения в долях от общей численности населения;  $\tau$  – время, в течение которого сохраняется иммунитет у выздоровевших;  $k_{SP}$  – интенсивность перехода лиц, подверженных риску заражения, в группу соблюдающих ограничительные меры;  $k_{SE}$  – интенсивность перехода лиц из числа подверженных риску заражения в группу носителей заболевания в инкубационном периоде;  $k_{RS}$  – интенсивность повторной заболеваемости;  $k_{PS}$  – интенсивность выбытия людей из числа соблюдающих ограничительные меры. В общем случае величина  $k_{SE}$  является функцией от отношения численности заболевших к общей численности населения, а величина  $k_{SP}$  является функцией от объёма вложений в информационную кампанию,  $k_{EI}$  – интенсивность перехода заразившихся в число заболевших,  $k_{IQ}$  – интенсивность госпитализации заболевших,  $k_{IR}$  – интенсивность выздоровления негоспитализированных больных,  $k_{ID}$  – интенсивность смертности негоспитализированных больных,  $k_{QD}$  – интенсивность смертности госпитализированных больных,  $k_{QR}$  – интенсивность выздоровления госпитализированных больных,  $\mu$  – амортизация больничных фондов,  $k$  – параметр, определяющий соотношение количества койко-мест, переоборудованных для размещения заболевших, и вложений в их переоборудование. Функция  $g(U_2)$  ставит в соответствие вложениям в строительство новых больниц увеличение количества койко-мест.

Общая численность населения экономической системы предполагается равной совокупной численности введенных групп:

$$N(t) = P(t) + S(t) + E(t) + I(t) + Q(t) + R(t). \quad (9)$$

Объём результативного труда  $L$  предполагается равным суммарному результативному труду лиц, входящих в соответствующие группы:

$$L(t) = s_1P(t) + s_2S(t) + s_3E(t) + s_4R(t), \quad (10)$$

где  $s_k = e_k \cdot m$ ,  $k = \underline{1,4}$ ,  $m$  – доля трудоспособного населения от общей численности населения,  $e_1$  – коэффициент эффективности труда здорового человека, соблюдающего ограничительные меры и работающего удалённо,



$e_2$  – коэффициент эффективности труда здорового человека, работающего очно,  $e_3$  – коэффициент эффективности труда человека, у которого заболевание находится в инкубационной стадии,  $e_4$  – коэффициент эффективности труда выздоровевшего человека, работающего очно.

Величина валового выпуска  $Y$  определяется производственной функцией:

$$Y(t) = F(K(t), L(t)). \quad (11)$$

Относительная прибыль предполагается равной валовому выпуску экономической системы за вычетом затрат  $U_1, U_2, U_3$ :

$$\pi(t) = Y(t) - U_1(t) - U_2(t) - U_3(t). \quad (12)$$

Объёмы вложений предполагаются ограниченными:

$$0 \leq U_i(t), \int_0^T U_i(t) dt \leq B_i, 1 \leq i \leq 3. \quad (13)$$

где  $B_i$  – объём бюджета, выделяемого на соответствующую статью расходов.

Общее число госпитализированных больных не должно превышать число койко-мест, предназначенных для их размещения:

$$Q(t) \leq Z(t). \quad (14)$$

В случае необходимости выбора некоторой управленческой стратегии из множества возможных возникает проблема определения наилучшего варианта. Для её разрешения необходимо ввести критерий качества, позволяющий определить оптимальный вариант управления системой на множестве управленческих решений [6, 7, 9, 11, 12]. В экономических системах наиболее широко используемым критерием качества является величина прибыли, поэтому при составлении такого критерия можно рассмотреть задачу максимизации кумулятивной относительной прибыли на множестве управляющих воздействий за некоторый период от начала пандемии. Принимая во внимание социальный аспект, можно предложить иной критерий качества: задачу минимизации численности заболевших и/или умерших на том же множестве управляющих воздействий. Введем функционал, который содержит комбинацию критериев:

$$\int_{t_n}^T (\alpha_1 \pi(t) - \alpha_2 E(t)) dt \rightarrow \max_{U_1, U_2, U_3, \tau_1, \tau_2}, \quad (15)$$

здесь  $\alpha_1, \alpha_2$  – весовые параметры, определяемые экспертами.

Решение задачи (1)-(15) представляет собой задачу оптимального управления. Для её решения требуется применение специализированных численных методов, например, рассмотренных в [15].

**Вычислительный эксперимент.** В таблице 1 приведены оценки показателей модели для РФ и Ульяновской области [16].

Таблица 1.

Значения показателей модели

Показатель	РФ	Ульяновская область
$a$	0,415	0,416
$b$	0,271	0,377
$k_{PS}$	0,64	0,5
$k_{SP}(U_3)$	$0,174 + 1,845 \cdot 10^{-11} \cdot U_3$	$0,122 + 2,097 \cdot 10^{-11} \cdot U_3$
$k_{SE}$	$1,11 \cdot 10^{-7} \cdot I$	$7,7 \cdot 10^{-6} \cdot I$
$k_{EI}$	2,12	2,12
$k_{IQ}$	4,814	1,72
$k_{QD}$	0,1	0,13
$k_{IR}$	2,8	2,36
$k_{QR}$	2,0	2,8
$k_{RS}$	0,0002	0,0002
$k$	$3,415 \cdot 10^{-6}$	$2,719 \cdot 10^{-6}$
$k_{ID}$	0	0
$m$	0,482	0,467
$e_1$	0,879	0,879
$e_2$	1	1
$e_3$	0,43	0,43
$e_4$	1	1
$\rho$	$-9,516 \cdot 10^{-5}$	$-3,636 \cdot 10^{-3}$
$\mu$	$8,33 \cdot 10^{-3}$	$8,33 \cdot 10^{-3}$
$g(U_2)$	$\frac{U_2}{7237788}$	0
$K(t)$	$3,4973 \cdot 10^{14} \cdot e^{0,0102t}$	$1,256128 \cdot 10^{12} \cdot e^{0,01178t}$
$F^{P\Phi}(K(t), L(t))$	$7,47 \cdot 10^{-5} \cdot K(t)^{0,4387} \cdot L(t)^{1,3667}$	$28,228 \cdot K(t)^{0,3815} \cdot L(t)^{0,5728}$

На основе предлагаемой модели были найдены параметры оптимального управленческого решения для экономик РФ и Ульяновской области. Критерием качества выступил функционал (15). Задача максимизации прибыли («экономический критерий») соответствует весовым коэффициентам  $\alpha_1 = 1$ ,  $\alpha_2 = 0$ , задача минимизации числа заболевших («социальный критерий») соответствует  $\alpha_1 = 0$ ,  $\alpha_2 = 1$ .

В таблицах 2, 4 представлены оптимальные значения параметров управления, соответствующие размерам бюджетов, выделенных на меры по борьбе с заболеванием. Каждый из бюджетов поочередно варьировался на 1% и 10% как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения; остальные бюджеты сохраняли исходные объёмы. Параметры полученных оптимальных решений сравнивались с соответствующими параметрами, вычисленными при отсутствии вариации бюджетов. Результаты сравнения приведены в таблицах 3 и 5.

Таблица 2.

## Параметры оптимального решения для РФ

Коэффициенты функционала	Изменение размера бюджета	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$\tau_1$	$\tau_2$
$\alpha_1 = 1,$ $\alpha_2 = 0$	нет	7153989000	2521637000	43737850	0,896	2,029
	$0,9 \cdot B_1$	6919106000	2712544000	47096230	0,834	2,180
	$0,9 \cdot B_2$	7153989000	2280855000	43957200	0,893	2,034
	$0,9 \cdot B_3$	7161150000	2526688000	39482390	0,894	2,034
	$1,1 \cdot B_1$	7381289000	2367600000	41148330	0,953	1,908
	$1,1 \cdot B_2$	7146835000	2776578000	43781630	0,897	2,027
	$1,1 \cdot B_3$	7139688000	2524162000	48183900	0,896	2,028
	$0,99 \cdot B_1$	7125093000	2544446000	44177640	0,889	2,047
	$0,99 \cdot B_2$	7153989000	2498920000	43781630	0,896	2,030
	$0,99 \cdot B_3$	7153989000	2526688000	43430630	0,896	2,030
	$1,01 \cdot B_1$	7175102000	2506545000	43497840	0,901	2,017
	$1,01 \cdot B_2$	7146835000	2549403000	43825460	0,894	2,032
	$1,01 \cdot B_3$	7146835000	2529218000	44308020	0,894	2,032
$\alpha_1 = 0,$ $\alpha_2 = 1$	нет	8463473000	3031374000	52842080	0,000	9,500
	$0,9 \cdot B_1$	7617126000	3031374000	52842080	0,000	9,500
	$0,9 \cdot B_2$	8463473000	2728237000	52842080	0,000	9,500
	$0,9 \cdot B_3$	8463473000	3031374000	47557870	0,000	9,500
	$1,1 \cdot B_1$	9309820000	3031374000	52842080	0,000	9,500
	$1,1 \cdot B_2$	8463473000	3334511000	52842080	0,000	9,500
	$1,1 \cdot B_3$	8463473000	3031374000	58126290	0,000	9,500
	$0,99 \cdot B_1$	8378838000	3031374000	52842080	0,000	9,500
	$0,99 \cdot B_2$	8463473000	3001060000	52842080	0,000	9,500
	$0,99 \cdot B_3$	8463473000	3031374000	52313660	0,000	9,500
	$1,01 \cdot B_1$	8548108000	3031374000	52842080	0,000	9,500
	$1,01 \cdot B_2$	8463473000	3061688000	52842080	0,000	9,500
	$1,01 \cdot B_3$	8463473000	3031374000	53370500	0,000	9,500

Таблица 3.

Изменения параметров оптимального решения для РФ

Коэффициенты функционала	Изменение размера бюджета	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$\tau_1$	$\tau_2$
$\alpha_1 = 1,$ $\alpha_2 = 0$	нет	-	-	-	-	-
	$0,9 \cdot B_1$	-3,283%	7,571%	7,678%	-6,949%	7,409%
	$0,9 \cdot B_2$	0,000%	-9,549%	0,502%	-0,299%	0,250%
	$0,9 \cdot B_3$	0,100%	0,200%	-9,729%	-0,200%	0,225%
	$1,1 \cdot B_1$	3,177%	-6,109%	-5,921%	6,393%	-5,968%
	$1,1 \cdot B_2$	-0,100%	10,110%	0,100%	0,100%	-0,100%
	$1,1 \cdot B_3$	-0,200%	0,100%	10,165%	0,000%	-0,050%
	$0,99 \cdot B_1$	-0,404%	0,905%	1,006%	-0,796%	0,854%
	$0,99 \cdot B_2$	0,000%	-0,901%	0,100%	0,000%	0,050%
	$0,99 \cdot B_3$	0,000%	0,200%	-0,702%	0,000%	0,050%
	$1,01 \cdot B_1$	0,295%	-0,599%	-0,549%	0,602%	-0,598%
	$1,01 \cdot B_2$	-0,100%	1,101%	0,200%	-0,200%	0,150%
	$1,01 \cdot B_3$	-0,100%	0,301%	1,304%	-0,150%	0,150%
$\alpha_1 = 0,$ $\alpha_2 = 1$	нет	-	-	-	-	-
	$0,9 \cdot B_1$	-10,000%	0,000%	0,000%	-	0,000%
	$0,9 \cdot B_2$	0,000%	-10,000%	0,000%	-	0,000%
	$0,9 \cdot B_3$	0,000%	0,000%	-10,000%	-	0,000%
	$1,1 \cdot B_1$	10,000%	0,000%	0,000%	-	0,000%
	$1,1 \cdot B_2$	0,000%	10,000%	0,000%	-	0,000%
	$1,1 \cdot B_3$	0,000%	0,000%	10,000%	-	0,000%
	$0,99 \cdot B_1$	-1,000%	0,000%	0,000%	-	0,000%
	$0,99 \cdot B_2$	0,000%	-1,000%	0,000%	-	0,000%
	$0,99 \cdot B_3$	0,000%	0,000%	-1,000%	-	0,000%
	$1,01 \cdot B_1$	1,000%	0,000%	0,000%	-	0,000%
	$1,01 \cdot B_2$	0,000%	1,000%	0,000%	-	0,000%
	$1,01 \cdot B_3$	0,000%	0,000%	1,000%	-	0,000%

Таблица 4.

Параметры оптимального решения для Ульяновской области

Коэффициенты функционала	Изменение размера бюджета	$U_1$	$U_3$	$\tau_1$	$\tau_2$
$\alpha_1 = 1,$ $\alpha_2 = 0$	нет	1302991	43215870	1,068	1,691
	$0,9 \cdot B_1$	1246425	45979050	1,003	1,795
	$0,9 \cdot B_3$	1304295	38933220	1,065	1,693
	$1,1 \cdot B_1$	1357908	41066070	1,126	1,604
	$1,1 \cdot B_3$	1300386	47632680	1,068	1,690
	$0,99 \cdot B_1$	1296430	43606770	1,060	1,702
	$0,99 \cdot B_3$	1302991	42869410	1,067	1,691
	$1,01 \cdot B_1$	1308145	43000220	1,073	1,682
	$1,01 \cdot B_3$	1302991	43735460	1,068	1,690
$\alpha_1 = 0,$ $\alpha_2 = 1$	нет	1578947	52842106	0,000	9,500
	$0,9 \cdot B_1$	1421052	52842060	0,000	9,500
	$0,9 \cdot B_3$	1578947	47557850	0,000	9,500
	$1,1 \cdot B_1$	1736842	52842060	0,000	9,500
	$1,1 \cdot B_3$	1578947	58126260	0,000	9,500
	$0,99 \cdot B_1$	1563158	52842060	0,000	9,500
	$0,99 \cdot B_3$	1578947	52313640	0,000	9,500
	$1,01 \cdot B_1$	1594736	52842060	0,000	9,500
	$1,01 \cdot B_3$	1578947	53370480	0,000	9,500

Таблица 5.

Изменения параметров оптимального решения для Ульяновской области

Коэффициенты функционала	Изменение размера бюджета	$U_1$	$U_3$	$\tau_1$	$\tau_2$
$\alpha_1 = 1,$ $\alpha_2 = 0$	нет	-	-	-	-
	$0,9 \cdot B_1$	-4,34%	6,39%	-6,01%	6,15%
	$0,9 \cdot B_3$	0,10%	-9,91%	-0,20%	0,13%
	$1,1 \cdot B_1$	4,21%	-4,97%	5,44%	-5,14%
	$1,1 \cdot B_3$	-0,20%	10,22%	0,00%	-0,08%
	$0,99 \cdot B_1$	-0,50%	0,90%	-0,69%	0,63%
	$0,99 \cdot B_3$	0,00%	-0,80%	-0,05%	0,00%
	$1,01 \cdot B_1$	0,40%	-0,50%	0,51%	-0,52%
	$1,01 \cdot B_3$	0,00%	1,20%	0,00%	-0,08%

$\alpha_1 = 0,$ $\alpha_2 = 1$	нет	-	-	-	-
	$0,9 \cdot B_1$	-10,00%	0,00%	-	0,00%
	$0,9 \cdot B_3$	0,00%	-10,00%	-	0,00%
	$1,1 \cdot B_1$	10,00%	0,00%	-	0,00%
	$1,1 \cdot B_3$	0,00%	10,00%	-	0,00%
	$0,99 \cdot B_1$	-1,00%	0,00%	-	0,00%
	$0,99 \cdot B_3$	0,00%	-1,00%	-	0,00%
	$1,01 \cdot B_1$	1,00%	0,00%	-	0,00%
	$1,01 \cdot B_3$	0,00%	1,00%	-	0,00%

Анализ значений в таблицах 2-5 показывает, что:

1) Оптимальное решение для социального и экономического критериев при изменении бюджетов является устойчивым. При изменении бюджета на 1% оптимальные значения параметров изменяются менее чем на 1%, при изменении на 10% – менее 10%. Это означает, что подавляющее большинство параметров оптимального решения слабо эластичны.

2) Параметры оптимального решения при использовании экономического критерия более подвержены изменению, чем при использовании социального критерия.

3) Характер изменения параметров оптимального решения как для Ульяновской области, так и для РФ является схожим.

**Заключение.** В работе предлагается модель оптимального управления социально-экономической системой в условиях массовых заболеваний. Модель учитывает как социально-биологические, так и экономические факторы. В рамках работы проведён анализ устойчивости оптимального решения, рассчитанного на основе модели. Устойчивость параметров подтверждается на основе экспериментов, моделирующих ситуацию в период COVID-19 в Ульяновской области и в Российской Федерации. Перспектива развития инструмента состоит в дополнении его фактором вакцинации населения.

#### Список литературы

1. Arino, J., Brauer, F., van den Driessche, P., Watmough, J. & Wu, J. (2006). Simple models for containment of a pandemic. J. R. Soc. Interface, 3 (8), 453–457. doi:10.1098/rsif.2006.0112.
2. Atkeson, A. (2020). What will be the economic impact of Covid-19 in the US? Rough estimates of disease scenarios. NBER Working Papers. [Electronic source]. URL: [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w26867/w26867.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w26867/w26867.pdf) (date of access: 29.05.2021).
3. Brauer, F. & Castillo–Chavez, C. (2012). Mathematical models in population biology and epidemiology. Vol. 40. New York: Springer, 508.
4. Britton, N.F. (2003). Essential Mathematical Biology. London: Springer, 335. doi:10.1007/978-1-4471-0049-2.

5. Funk, S., Gilad, E., Watkins, C. & Jansen, V. A. A. (2009). The spread of awareness and its impact on epidemic outbreaks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* Apr 2009, 106 (16), 6872-6877. doi:10.1073/pnas.0810762106.
6. İğret Araz, S. (2020). Analysis of a Covid-19 model: Optimal control, stability and simulations. *Alexandria Engineering Journal*, 60 (1), 1-12. doi:10.1016/j.aej.2020.09.058.
7. Macalisang, J., Caay, M., Arcede, J. & Caga-anan, R. (2020). Optimal Control for a COVID-19 Model Accounting for Symptomatic and Asymptomatic. *Computational and Mathematical Biophysics*, 8, 168-179. doi:10.1515/cmb-2020-0109.
8. *Mathematical Approaches for Emerging and Reemerging Infectious Diseases: Models, Methods and Theory*, Edited by Castillo-Chavez, C. with S. Blower, P. van den Driessche, D. Kirschner, and A.A. Yakubu. (2002). New York: Springer, 377. doi:10.1007/978-1-4613-0065-6.
9. Ovsyannikova, N. I. (2017). Problem of optimal control of epidemic in view of latent period. *Civil Aviation High Technologies*, 20 (2), 144-152.
10. Volz, E. & Meyers, L. A. (2007). Susceptible–infected–recovered epidemics in dynamic contact networks. *Proc. R. Soc. B.*, 274, 2925–2934. doi:10.1098/rspb.2007.1159.
11. Zamir, M., Abdeljawad, T., Nadeem, F., Khan, A. & Yousef, A. (2021). An optimal control analysis of a COVID-19 model. *Alexandria Engineering Journal*, 60 (2), 2875-2884. doi:10.1016/j.aej.2021.01.022.
12. Андреева Е. А., Семькина Н. А. Оптимальное управление процессом распространения инфекционного заболевания с учетом латентного периода // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2005. – Т. 45. – № 7. – С. 1174-1180.
13. Бобков А. В., Верещагина В. К. Коррекционная динамика экономической активности в условиях воздействия мер купирования пандемии // Инновации и инвестиции. – 2020. – № 8. – С. 94-98.
14. Кулькова И. А. Влияние пандемии коронавируса на демографические процессы в России // *Human Progress*. – 2020. – № 6 (1). – С. 2-11. doi:10.34709/ИМ.161.5.
15. Лутошкин И. В. Оптимизация нелинейных систем с интегро-дифференциальными связями методом параметризации // Известия ИГУ. Сер. «Математика». – 2011. – Т. 4. – № 1. – С. 44-56.
16. Лутошкин И.В., Рыбина М.С. Математическая модель оптимального управления ресурсами в условиях пандемии [Электронный ресурс] // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2021». – 2 021. –Режим доступа: URL: [https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov\\_2021/data/22519/127569\\_uid543558\\_report.pdf](https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2021/data/22519/127569_uid543558_report.pdf) (дата обращения: 29.05.2021).
17. Лутошкин И.В., Рыбина М.С. Проблема оценки параметров математической модели влияния пандемии на экономику [Электронный ресурс] // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых (Университет ИТМО). – 2021. – Режим доступа: URL: <https://kmu.itmo.ru/digests/article/7045> (дата обращения: 29.05.2021).

# ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СОГЛАСОВАНИЯ РЕСУРСНОГО И ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТОКОВ

*Симонов Д.К.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к. физ.-мат. н., доцент Абрамов В.В.<sup>2</sup>*

*Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, г. Рязань*

*e-mail: <sup>1</sup>d.simonov2305@stud.rsu.edu.ru, <sup>2</sup>v.abramov@365.rsu.edu.ru*

**Аннотация.** Рассмотрена проблема экономико-математического моделирования работы предприятия. Оптимизация прибыли сводится к транспортной задаче линейного программирования. В качестве переменных используются поток приобретаемых ресурсов и поток продаваемой продукции. Учитываются ограничения на возможности складирования и использования ресурсов, а также на использование собственных оборотных средств.

**Ключевые слова:** оптимизация, транспортная задача, распределение ресурсов, модель производства, поток ресурсов, поток товаров.

## OPTIMIZATION MODEL FOR MATCHING RESOURCE AND PRODUCTION FLOWS

*Simonov D.K.*

*Scientific supervisor – Abramov V.V.*

**Absrtract.** The problem of economic and mathematical modeling of the enterprise is considered. Profit optimization is reduced to the transport problem of linear programming. The flow of purchased resources and the flow of products sold are used as variables. Restrictions on the storage and use of resources, as well as on the use of own working capital, are taken into account.

**Keywords:** optimization, transport task, resource allocation, production model, resource flow, flow of goods.

При разработке системы поддержки принятия решений для управления предприятием [2, 4] возникает необходимость:

- учета альтернативных решений и критериев их оптимальности;
- учета множества данных (например, о ценах, о нормах расхода ресурсов и т.д.), в том числе прогнозируемых на будущие отрезки времени;
- использования транспарентной основы для выводов (но в то же время основа должна обладать математической строгостью для проверки обоснованности выводов);
- учета предпочтений лица, принимающего решения, путем использования варьируемых параметров.

Универсальных подходов здесь не существует, поэтому актуальны новые исследования. Как правило, используется набор нескольких инструментов. Среди которых особое место занимают методы оптимизации [1, 3], в том числе линейное программирование Л.В. Канторовича.



В данной работе рассмотрим проблему применения оптимизационной модели в системе поддержки принятия решений предприятия при высказанных вначале пожеланиях. Заметим, что в отличие от статистических моделей, которые часто применяются для экономико-математического моделирования, оптимизационные модели позволяют учесть явно связь между экзогенными и эндогенными переменными. Это обстоятельство важно для транспарентности принятия решений и для внедрения в модель настраиваемых параметров.

Не ограничивая существенно общность рассуждений, будем предполагать, что выполняются следующие условия:

1) деятельность предприятия делится на отдельные периоды фиксированной временной продолжительности, в каждом из периодов может производиться закупка ресурсов и производство товаров;

2) ресурсы хранятся на складе; в начале рассматриваемого перспективного промежутка времени предприятие располагает запасами ресурсов; пополнение запасов происходит в конце каждого периода с учетом имеющихся денежных средств и места для хранения на складе;

3) в течение каждого периода предприятие из имеющихся ресурсов производит невзаимосвязанные товары нескольких видов и сразу продает их; сбыт при учете возможных ограничений гарантирован (чистые риски не учитываются).

При этом возникает экономико-математическая задача о согласовании потоков ресурсов и товаров для оптимизации прибыли на несколько торговых периодов в перспективе.

Задача такого типа решалась для случая одного товара при учете риска в работе [8], без учета риска – в работе [5]. Результаты работы [5] были распространены на случай торговли склада несколькими товарами – [6]. Было предложено использовать транспортную модель линейного программирования для оптимизации потока нескольких товаров, то есть для распределения ресурсов во времени. (Заметим, что традиционно линейное программирование используется для статичной или регулярно повторяющейся в одинаковых условиях ситуации распределения ресурсов.) Такой подход позволяет эффективно использовать компьютерные вычисления. Кроме того, появляется возможность проверки устойчивости оптимальных величин к изменению исходных данных, в том числе прогнозов, которые по определению являются неточными.

Эту идею используем для решения поставленной здесь задачи.

Введем эндогенные переменные. Так как заранее не известно, какие именно объемы ресурсов и товаров в каждом периоде дают в итоге максимальную прибыль, то введем переменные:

$x_{ij} \geq 0$  – объем ресурса  $j$ , который предприятие планирует купить для пополнения запасов на складе в конце периода  $i$ ;

$y_{is} \geq 0$  – количество товара  $s$ , которое предприятие планирует продать в течение периода  $i$ ;

где  $j = \overline{1, m}$ ,  $m$  – заданное количество потенциально используемых ресурсов;  $s = \overline{1, k}$ ,  $k$  – заданное количество производимых товаров;  $i = \overline{1, n}$ ,  $n$  – рассматриваемое количество торговых периодов в перспективе (глубина прогноза).

Тогда матрицы  $X = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1m} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & \dots & x_{nm} \end{pmatrix}$  и  $Y = \begin{pmatrix} y_{11} & \dots & y_{1k} \\ \dots & \dots & \dots \\ y_{n1} & \dots & y_{nk} \end{pmatrix}$  – это потоки

закупок ресурсов и продаж товаров соответственно, которые требуется вычислить. В частности, строки этих матриц – это данные о закупках ресурсов и продажах товаров в каждом периоде работы предприятия, столбцы – потоки отдельных ресурсов и товаров.

Далее определим экзогенные параметры, определяющие возможности использования ресурсов, а также оценку полезности потоков ресурсов и товаров.

Определим параметры предприятия:

$V$  – объем склада для хранения используемых ресурсов,

$a_{js}$  – норма расхода ресурса  $j$  на товар  $s$ ,

$d_j$  – место, занимаемое единицей ресурса  $j$  на складе,

$p_j$  – начальный запас ресурса  $j$ ,  $j = \overline{1, m}$ ,  $s = \overline{1, k}$ .

Заметим, что учет временного фактора для использования ресурсов существенно повышает эффективность принятия решений для предприятия. При этом появляется возможность адаптации производственного плана к прогнозируемым изменениям рыночных условий. В частности, предприятие может временами запасать ресурсы, чтобы в удобное время нарастить производство и сбыт. В предложенной здесь модели не учтена возможность адаптации предприятия к рыночным условиям за счет использования склада готовой продукции, что связано с усложнением модели.

Определим рыночные параметры в виде известных прогнозов потоков цен:

$c_{ij}$  – закупочная цена ресурса  $j$  в конце периода  $i$ ;

$b_{is}$  – отпускная цена товара  $s$  в периоде  $i$ ;  $i = \overline{1, n}$ ,  $s = \overline{1, k}$ ,  $j = \overline{1, m}$ .

Предполагаем, что цены в каждом периоде постоянны. Заметим, что в общем случае модели зависимости цен от времени – это некоторые функции. В данном случае для прогнозов переменных цен выбраны кусочно-постоянные приближения. Такое модельное предположение имеет гарантированную точность для широкого класса функций, в частности, для интегрируемых функций [9].

Для оценки полезности ресурсного и товарного потоков определим функцию суммарной прибыли, как разность выручки  $\sum_{i=1}^n \sum_{s=1}^k b_{is} y_{is}$  от реали-

зации товаров и расходов на закупки ресурсов  $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}$ . Получим целевой критерий

$$f(X, Y) = \sum_{i=1}^n \sum_{s=1}^k b_{is} y_{is} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \max. \quad (1)$$

Таким образом, учтены важнейшие особенности для принятия решений – введены альтернативные варианты потоков  $X$  и  $Y$  и определен критерий, позволяющий выбирать оптимальные потоки. Но для точного описания альтернатив еще необходимо указать ограничения на эндогенные переменные.

В каждом торговом периоде  $i$  вместимость склада не может быть превышена. Учтем, что первоначально на складе занято место  $\sum_{j=1}^m p_j d_j$ . За-

тем, к концу периода  $i$  на складе освобождается место  $\sum_{r=1}^i \sum_{j=1}^m \sum_{s=1}^k d_j a_{js} y_{is}$  от использованных в производстве ресурсов. В конце периода  $i$  на склад суммарно поступают ресурсы в объеме  $\sum_{r=1}^i \sum_{j=1}^m x_{rj} d_j$ . Итак, с учетом пополнения

запасов ресурсов и использования их для производства товаров должны выполняться неравенства

$$\sum_{j=1}^m p_j d_j + \sum_{r=1}^i \sum_{j=1}^m x_{rj} d_j - \sum_{r=1}^i \sum_{j=1}^m \sum_{s=1}^k d_j a_{js} y_{is} \leq V, \quad i = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Расход ресурса  $j$  на производство всех товаров  $s$  в течение периода  $i$  равен  $\sum_{s=1}^k a_{js} y_{is}$ . В то же время запас ресурса  $j$  на конец предыдущего периода  $i-1$  с учетом начального запаса, закупок ресурса и его использования для производства всех товаров равен  $p_j + \sum_{u=1}^{i-1} (x_{uj} - \sum_{s=1}^k a_{js} y_{us})$ . Значит, должны иметь место оценки

$$\sum_{s=1}^k a_{js} y_{1s} \leq p_j, \quad \sum_{s=1}^k a_{js} y_{is} \leq p_j + \sum_{u=1}^{i-1} (x_{uj} - \sum_{s=1}^k a_{js} y_{us}), \quad j = \overline{1, m}, \quad i = \overline{2, n}. \quad (3)$$

По условию закупка ресурсов происходит за счет имеющихся денежных средств. Поэтому введем ограничения на величину  $\sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}$

средств, которые предприятие может выделить на закупку всех ресурсов в конце каждого торгового периода  $i$ . Баланс средств в конце периода  $i$  учитывает: начальную сумму  $C$  денег у предприятия, сумму  $\sum_{u=1}^{i-1} \sum_{j=1}^m c_{uj} x_{uj}$  на за-

купки всех ресурсов в предыдущих периодах, а также полученную выручку  $\sum_{u=1}^i \sum_{s=1}^k b_{us} y_{us}$  от реализации товаров. Допустим,  $h_i \in [0, 1]$  – известная доля накопленных средств, выделенных для пополнения запасов ресурсов в конце периода  $i$  (этот параметр устанавливается лицом, принимающим решения). Тогда должны выполняться соотношения

$$\sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \leq (C - \sum_{u=1}^{i-1} \sum_{j=1}^m c_{uj} x_{uj} + \sum_{u=1}^i \sum_{s=1}^k b_{us} y_{us}) h_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Заметим, что проблема выбора критерия оптимальности не имеет строгого математического решения. Выбор производится лицом, принимающим решения. Один из вариантов учета критериев – многокритериальная оптимизация. Например, в данном случае, сохраняя линейность модели, кроме критерия (1) можно добавить условия оптимизации общего дохода или затрат. Однако, в общем случае такой подход не снимает неопределенность оценки оптимального решения. Одновременный учет нескольких критериев, как правило, сводится к решению однокритериальных задач с дополнительными ограничениями (например, при компромиссной оптимизации и т.п.). При этом сужается множество допустимых планов. Тем не менее, кроме перечисленных неравенств на практике могут возникать интервальные оценки объемов ресурсов или товаров:  $\underline{x}_{ij} \leq x_{ij}$  или  $x_{ij} \leq \bar{x}_{ij}$ , если закупки ресурсов ограничены по договору или по наличию;  $\underline{y}_{ij} \leq y_{ij}$  или  $y_{ij} \leq \bar{y}_{ij}$ , если продажи товаров ограничены по договору или по спросу. Если в набор товаров включены наименования, которые рассматриваются в плане анализа включения в ассортимент или исключения их него, то целесообразно использовать дополнительное ограничение  $\sum_{i=1}^n \sum_{s=1}^k b_{is} y_{is} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \geq R \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}$ , где  $R \geq 0$  – минимальная допустимая рентабельность (устанавливается лицом, принимающим решения).

Итак, задача оптимизации производства сводится к формальной транспортной задаче линейного программирования (1) – (4). Соответствующие расчеты эффективно реализуются на компьютере, например, с помощью надстройки Данные/Поиск решения в пакете Excel. При этом появляются возможности для проверки чувствительности результатов к изменению данных, что существенно для оценки рисковости оптимальных потоков из-за использования прогнозов цен, а также возможности анализа различных сценариев изменения данных. Кроме того, в рамках этого подхода можно рассмотреть возможности оптимизации объема склада, получения прибыли от сдачи в аренду свободного места на складе.

#### Список литературы

1. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. – М.: Высшая школа, 1986.

2. Ершов Д.М., Качалов Р.М. Системы поддержки принятия решений в процедурах формирования комплексной стратегии предприятия. – М.: ЦЭМИ РАН, 2013.
3. Интриллигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. – М.: Айрис-пресс, 2002.
4. Ларичев О.И., Петровский А.В. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития. // Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика. – Т. 21. – М.: ВИНТИ, 1987. – С. 131-164.
5. Протасов Н.А., Абрамов В.В. Оптимизация потоков закупок и продаж с учетом собственных оборотных средств // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (школы-семинара) молодых ученых. – Тольятти, 2019. – С. 390-394.
6. Симонов Д.К. Двухиндексная модель оптимальной работы склада // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. (школы-семинара) молодых ученых. – Тольятти, 2022. – С. 270-274.
7. Таха Х. Введение в исследование операций. – М.: Издат. дом «Вильямс», 2001. – 912 с.
8. Титова Е.В., Абрамов В.В. Принятие решения об оптимизации потока объемов сбыта одного продукта // Математика и естественные науки. Теория и практика: межвуз. сб. науч. тр. – Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2019. – Вып. 14. – С. 190-196.
9. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. – Т. 1. – М.: Книга по Требованию, 2013.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТОКА

*Юдин Д.В.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к. физ.-мат. н., доцент Абрамов В.В.<sup>2</sup>*

*Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, г. Рязань*

*e-mail: <sup>1</sup>d.yudin2008@stud.rsu.edu.ru, <sup>2</sup>v.abramov@365.rsu.edu.ru*

**Аннотация.** Рассмотрена проблема безрискового моделирования поэтапного производства. Использован балансовый принцип. Предложена модель производства и потребления в виде линейной разностной системы уравнений. Исследован случай стационарного производственного уклада.

**Ключевые слова:** разностные уравнения, системный анализ, модель с дискретным временем, балансовая модель, производственный поток.

## MODELING OF THE PRODUCTION FLOW

*Yudin D.V.*

*Scientific supervisor – Abramov V.V.*

**Absrtract.** The problem of risk-free modeling of step-by-step production is considered. The balance principle is used. A model of production and consumption in the form of a linear difference system of equations is proposed. The case of a stationary production structure is investigated.

**Keywords:** difference equations, system analysis, discrete-time model, balance model, production flow.

Проблема моделирования производства чрезвычайно многогранна. К ней применяются разнообразные идеи и математические методы (см., напр., [1]). Универсального подхода здесь нет. Обычно рассматриваются модели, адекватные определенным экономическим условиям. В данной работе рассмотрим случай, когда предприятие работает поэтапно, используя лишь вырученные средства. При этом возникают задачи качественного анализа и компьютерного исследования формирующегося производственного потока.

Допустим, выполняются следующие общие условия:

- 1) предприятие производит несколько видов невзаимосвязанных товаров;
- 2) сбыт произведенных объемов товаров гарантирован;
- 3) предприятие работает поэтапно, при этом часть общей выручки от сбыта товаров на каждом этапе расходуется для производства и для потребления на следующем этапе.

При этом для практического планирования производства путем анализа множества данных (себестоимости, цены и т.д.) целесообразно составить модель зависимости выпуска товаров от времени, то есть модель производственного потока. С точки зрения потенциальной эффективности такого подхода для поддержки принятия экономических решений важно соблюсти сочетание математической обоснованности рассуждений с возможностями обеспечения транспарентности выводов и удобной реализации сопутствующих вычислений на компьютере.

Проанализируем подходящую основу для составления модели.

По условию 2) не предполагается учет чистого риска, то есть игровая модель [4] (например, игрок 1 – предприятия, игрок 2 – агрессивная среда сбыта) в данном случае не подойдет. Заметим, что игровая модель производственного потока одного продукта рассматривалась, например, в работе [5]. По условию 3) можно использовать идею балансового принципа, как, например, в классической межотраслевой модели «затраты–выпуск» Леонтьева [3], которая имеет два варианта: для объемов производства отраслей, для стоимостей продуктов отраслей. Модель такого вида для производственного потока рассматривалась, например, в работе [2]. Однако оба указанных варианта имеют в основном теоретическое значение, они содержат недочеты в плане их использования для описания работы предприятия. В статической модели Леонтьева для объемов выпуска не уточняется механизм использования одних произведенных продуктов для производства других. Кроме того, не ясно как именно производство и использование продуктов происходит синхронно. При практическом использовании стоимостной модели Леонтьева существуют аналогичные проблемы. К тому же не ясно, в каких именно объемах следует производить продукты. По сути те же недостатки и у динамической модели Леонтьева как с непрерывным, так и с дискретным временем. Кроме того, традиционное при

этом использование акселератора Харрода является скорее теоретическим инструментом, который трудно сопоставить с практическим способом планирования производства. Поэтому в рассматриваемых здесь условиях идею модели Леонтьева целесообразно модифицировать.

Далее приступим к синтезу модели. При этом уточним перечень используемых данных и введем обозначения.

Допустим,  $x_i(n)$  – объем товара №  $i$ , выпущенного и реализованного в течение периода  $n$  работы предприятия,  $i = \overline{1, m}$ ,  $m$  – заданное количество товаров,  $n = 0, 1, 2, \dots$ . По сути,  $x_i(n)$  – числовая последовательность.

Далее зададим величины, определяющие производственный уклад предприятия и способ непроизводственного потребления.

Допустим, заданная числовая функция  $y_i(n) \geq 0$  характеризует в денежном выражении непроизводственное потребление, ассоциированное с производством товара №  $i$  в конце периода  $n$  (это транши для проектов вне предприятия, внешние инвестиции, кредитные платежи, социальные расходы и так далее).

В качестве прогнозов будем рассматривать для производства каждого товара №  $i$  на каждом периоде  $n$  заданные числовые положительные функции:

$c_i(n)$  – цена товара,

$b_i(n)$  – затраты на производство и сбыт единицы товара,

$a_i(n)$  – доля выручки в следующем этапе работы предприятия на покрытие затрат, связанных с товаром, и на потребление, ассоциированное с ним.

При этом для каждого  $n$  справедливы равенства

$$b_i(n)x_i(n+1) + y_i(n) = a_i(n)(c_1(n)x_1(n) + \dots + c_m(n)x_m(n)), \quad (1)$$

$$i = \overline{1, m}$$

Запишем уравнения (1) в матричной форме и получим разностную систему

$$x(n+1) = A(n) \cdot x(n) + f(n), \quad (2)$$

в которой решение  $x(n) = \begin{pmatrix} x_1(n) \\ \dots \\ x_m(n) \end{pmatrix}$  – это модель производственного потока,

$$A(n) = \begin{pmatrix} \frac{a_1(n) \cdot c_1(n)}{b_1(n)} & \dots & \frac{a_1(n) \cdot c_m(n)}{b_1(n)} \\ \dots & \dots & \dots \\ \frac{a_m(n) \cdot c_1(n)}{b_m(n)} & \dots & \frac{a_m(n) \cdot c_m(n)}{b_m(n)} \end{pmatrix}, \quad f(n) = \begin{pmatrix} -\frac{y_1(n)}{b_1(n)} \\ \dots \\ -\frac{y_m(n)}{b_m(n)} \end{pmatrix}. \text{ Вектор-функция}$$

потребления  $y(n) = \begin{pmatrix} y_1(n) \\ \dots \\ y_m(n) \end{pmatrix}$  может рассматриваться в качестве управления.

Для численных экспериментов с решениями системы (2) достаточно эффективно можно использовать команду `rsolve` пакета Maple (см. рис. 1). Численные эксперименты имеют преимущество с точки зрения изучения зависимости производственного потока от варьирования прогнозируемых параметров.

При анализе системы (2) возникает ряд задач, связанных как с математической спецификой, так и с экономической интерпретацией решений. Далее сделаем обзор некоторых задач и полученных результатов в случае стационарного уклада производства. При этом в системе (2) постоянна матрица  $A(n) \equiv A$ .

Вопрос об устойчивости произвольно выбранного решения системы (2) равносителен вопросу об оценке собственных значений матрицы  $A$  [6]. Так как в матрице  $A$  любая строка  $j$  аннулируется при сложении со строкой

1, умноженной на  $-\frac{a_j}{b_j} \frac{b_1}{a_1} \neq 0$ , то  $\text{rang} A = 0$ . Аналогично устанавливается,

что нулевым рангом обладает любой диагональный минор не ниже второго порядка. При этом коэффициенты характеристического многочлена при степенях ниже  $m-2$  равны 0. Значит, характеристическое уравнение матрицы  $A$  имеет вид  $\lambda^m - \text{tr} A \cdot \lambda^{m-1} = 0$ . То есть у матрицы  $A$  существует лишь одно ненулевое собственное значение  $\lambda_1 = \text{tr} A = \sum_{i=1}^m (a_i \cdot c_i / b_i)$ .

Допустим,  $\lambda_1 > 1$ . Такой случай является типичным с экономической точки зрения, поскольку для этого достаточно, чтобы выполнялись условия

$$c_i / b_i > 1, i = \overline{1, m}, H = \sum_{i=1}^m a_i = 1, \quad (3)$$

то есть производство и сбыт каждого товара сопровождается положительной прибылью, вся выручка распределяется полностью. При условии (3) система (2) неустойчива, то есть ее решения неустойчивы (см. рис. 1).

Допустим,  $\lambda_1 = \text{tr} A > 1$ . Тогда  $(\text{tr} A)^{-1} < 1$  и  $\sum_{k=1}^{n-1} (\text{tr} A)^{k-n} < n-1 \leq N-1$ . С учетом формулы (3), усилив условие неотрицательности  $x(n) \geq 0_m$ ,  $n = \overline{0, N}$  производственного потока, получим достаточное условие в виде векторного (покомпонентного) неравенства для подбора вектора потребления  $y$

$$Ax(0) \geq ((N-1)A + E)By. \quad (4)$$



Заметим, что формулы (3) и (4) эффективны для реализации компьютерного исследования модели (2) при условиях стационарного производственного уклада и постоянного потребления, в частности, для согласования параметров.

Для конечного производственного потока  $x(n) \geq 0_m$ ,  $n = \overline{0, N}$  с практической точки зрения естественно проанализировать проблему достижения планового состояния. Формально эта задача сводится к решению двухточечной краевой задачи, которую для дискретного времени целесообразно сформулировать в виде векторного неравенства  $x(N) \geq D \cdot x(0)$ ,  $D = \text{diag}\{d_1, \dots, d_m\}$ , где величины  $d_i \geq 0$  показывают, во сколько раз к моменту  $n = N$  должен измениться начальный объем производства  $x_i(0)$ . Тогда с учетом формулы (3) получим

$$\left( (trA)^{N-1} A - D \right) \cdot x(0) \geq \left( \left( \sum_{k=1}^{N-1} (trA)^{k-1} \right) A + E \right) B \cdot y. \quad (5)$$

Неравенства (4) и (5) можно использовать для численных компьютерных экспериментов по согласованию величин  $N$ ,  $y$  и  $x(0)$  (например, при заданных  $N$ ,  $y$  найти область достижимости – множество подходящих величин  $x(0)$ ).

При  $A(n) \equiv A$  и  $f(n) \equiv f$  для системы (2) естественно рассмотреть вопрос о существовании стационарного потока  $x(n) \equiv x$ , для которого  $x = Ax + f$ . То есть имеет место аналог модели Леонтьева. Допустим, имеет место оценка

$$1 < \lambda_1 = tr(A) < 1 + \min_{1 \leq i \leq m} (a_i \cdot c_i / b_i). \quad (6)$$

Так как справедлива формула  $\det(E - A) = 1 - tr(A)$ , то из левой части неравенства (6) следует, что существует обратная матрица  $(E - A)^{-1}$ . В силу правой части неравенства (6) оказывается, что все элементы матрицы  $(E - A)^{-1}$  отрицательны. Тогда независимо от вектора потребления  $y \geq 0_m$  система (2) определяет стационарный поток  $x = (E - A)^{-1} f \geq 0_m$ , поскольку  $f \leq 0_m$  (см. пример на рис. 1).



В заключение отметим также, что на основе формулы (3) может быть организована компьютерная процедура линейного программирования для прибыли предприятия при  $n = 0, \overline{N}$  путем варьирования векторов  $x(0)$ ,  $y$ .

#### Список литературы

1. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем. – М.: Финансы и статистика, 2002.
2. Горшков П.В., Абрамов В.В. Модель Леонтьева с дискретным временем // Сборник материалов VII Междунар. научно-практ. конф. (школы-семинара) молодых ученых «Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук» / Отв. за выпуск В.Ф. Глазова. – Тольятти, 2021. – С. 129-134.
3. Колемаев В.А. Математическая экономика. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002.
4. Оуэн Г. Теория игр. – М.: Мир, 1971.
5. Титова Е.В., Абрамов В.В. Принятие решения об оптимизации потока объемов сбыта одного продукта // Математика и естественные науки. Теория и практика: межвуз. сб. науч. тр. – Ярославль: ЯГТУ, 2019. – Вып. 14. – С. 190-196.
6. Халанай А., Векслер Д. Качественная теория импульсных систем. – М.: Мир, 1971.

# СИНТЕЗ, КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ И КОМПЬЮТЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Андропова О.Ю.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к. физ.-мат. н., доцент Игонина Е.В.<sup>2</sup>  
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец  
e-mail: <sup>1</sup>olya199612@bk.ru, <sup>2</sup>elenaigonina7@mail.ru*

**Аннотация.** Рассмотрены и проанализированы возможности программных средств, реализующих метод построения фазовых траекторий, для исследования устойчивости системы Лоренца. В качестве программных средств выбраны системы компьютерной математики: Maxima, Maple, Matlab, Mathematica и языки программирования: Python, R-пакет. Приведено краткое описание результатов оценки вышеперечисленных средств по основным характеристикам: трудоемкость решения; время выполнения программного кода; результативность исследования.

**Ключевые слова:** моделирование систем, программные средства, системы компьютерной математики, языки программирования, фазовые траектории.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF COMPUTER SIMULATION TOOLS FOR DYNAMIC SYSTEMS

*Andropova O.Y.*

*Scientific supervisor – Igonina E.V.*

**Abstract.** The possibilities of software tools implementing the method of constructing phase trajectories for studying the stability of the Lorentz system are considered and analyzed. Computer mathematics systems: Maxima, Maple, Matlab, Mathematica and programming languages: Python, R-package are selected as software tools for the study of the Lorentz model. A brief description of the results of the evaluation of the above tools is given according to the main characteristics: the complexity of the solution; the execution time of the program code; the effectiveness of the study.

**Keywords:** system modeling, software tools, computer mathematics systems, programming languages, phase trajectories.

Как известно [1–7], использование современных программных средств позволяет автоматизировать процедуру исследования динамических систем и получить в наглядной форме результаты компьютерного моделирования с учетом изменяющихся значений параметров системы. В качестве программных средств используют виртуальные математические

лаборатории, табличные процессоры, языки программирования [4–5] системы компьютерной математики [6–7], а также пакеты статистической обработки данных. При выборе конкретного инструментального средства в основном внимание уделяют таким характеристикам, как:

- трудоемкость решения;
- время выполнения программного кода;
- результативность исследования.

Трудоемкость решения – характеристика, отвечающая за сложность построения модели. Она учитывает время, потраченное на изучение набора функций используемого средства, синтаксиса языка, и громоздкость решения. В рамках характеристики «время выполнения программного кода» проводится оценка скорости вычислений каждым инструментальным средством при одинаковых условиях на одном и том же ПК. Характеристика «результативность исследования» основана на сравнении полученных результатов исследования при одинаковых значениях параметров, входящих в систему, и использованию одних и тех же методов решения.

В настоящей статье проводится анализ программных средств, по вышеперечисленным характеристикам, используемых для исследования и компьютерного моделирования динамики системы Лоренца. А именно изучены и проанализированы возможности программных средств, реализующих метод построения фазовых траекторий для исследования устойчивости системы Лоренца. Выбор указанной системы, разработанной метеорологом-теоретиком Э. Лоренцом в 1963 г., обусловлен тем, что ей характерна существенная зависимость от начальных данных – важная черта хаотической динамики. Система Лоренца является упрощенной моделью атмосферной конвекции, позволяющей выстраивать долгосрочные прогнозы погоды. Фактически до работы Лоренца ненадежность прогноза погоды объясняли главным образом отсутствием достаточно мощной ЭВМ.

Модель Лоренца задается системой дифференциальных уравнений вида:

$$\begin{cases} \dot{x} = \sigma(y - x) \\ \dot{y} = x(r - z) - y, \\ \dot{z} = xy - bz \end{cases} \quad (1)$$

где  $x$  – скорость вращения конвекционных валов;  $y$  – разность температур  $\Delta T$  между входящими и нисходящими потоками;  $z$  – отклонение вертикального температурного профиля от линейной зависимости. Три параметра  $\sigma$ ,  $r$  и  $b$  пропорциональны соответственно числу Прандтля, числу Рэлея и коэффициенту, отражающему геометрию области [8].

Для оценок программных средств использован ПК, имеющий следующие характеристики:

- процессор: 11 th Gen Intel® Core™ i5-11300H @ 3.10 GHz,
- оперативная память: 8 Гб имеющая скорость 3200 МГц,
- видеокарта: NVIDIA GeForce RTX 3050 Ti Laptop GPU + встроенная Intel® Iris® Xe Graphics,
- жесткий диск: SSD 500 Гб NVMe SAMSUNG MZVLQ512HBLU-00B00.

В качестве программных средств для исследования модели (1) выбраны системы компьютерной математики (СКМ): *Maxima*, *Maple*, *Matlab*, *Mathematica* и языки программирования: *Python*, *R*. Приведем краткое описание результатов оценки вышеперечисленных средств по основным характеристикам.

По трудоемкости решения СКМ *Maxima* и *Maple* имеют одинаковую оценку, так как программные коды достаточно просты и не требуют дополнительного времени для изучения каких-либо специальных функций. *Matlab* и *Mathematica* имеют достаточно не простой синтаксис, а соответственно требуется больше времени на их изучение, чем на изучение предыдущих двух систем. Для выполнения численного решения во всех системах использован метод Рунге-Кутты 4 порядка. Синтаксис языка *Python* является, как правило, максимально простым. Проведенный анализ показал, что сложность в исследовании системы (1) вызвана построением фазового портрета. Язык программирования *R* является наиболее сложным в освоении, чем анализируемые в работе СКМ и язык *Python*. Сложность обусловлена также построением фазового портрета и заданием модели аттрактора Лоренца.

Характеристика «время выполнения программного кода» важна при проведении любого исследования. СКМ, изучаемые в настоящем исследовании, работают совершенно разным способом. В СКМ *Maxima* для отображения время поиска решений используется дополнительная команда `showtime:all`, которая после выполнения каждой операции будет показывать время, затраченное на ее выполнение и объем памяти. Общее время, затраченное на данное решение: 0.468 сек. (рис. 1), т. е. поиск решения составил половину секунды, что является достаточно хорошим результатом для свободно-распространяемой СКМ. Учтём тот факт, что имело место построение графика зависимостей переменных, что заняло еще дополнительный промежуток времени. Объем потребляемой памяти составил: 79,781 МБ, но и требовался дополнительный объем памяти на график зависимостей переменных, а также объем дополнительных пакетов, который зависит от количества предоставляемого функционала.

```

(%i3) showtime:all$
load(draw)$
load(dynamics)$

Warning: Can set maxima's working directory but cannot change it during the maxima session :
Evaluation took 0.0000 seconds (0.0000 elapsed) using 0 bytes.
Evaluation took 0.0930 seconds (0.0930 elapsed) using 6.338 MB.
Evaluation took 0.2500 seconds (0.2450 elapsed) using 47.103 MB.

(%i4) [sigma,r,b] : [2,28,8/3]$
Evaluation took 0.0000 seconds (0.0000 elapsed) using 0 bytes.

(%i5) equation: [sigma*(y-x), x*(r-z)-y, x*y-b*z]$
Evaluation took 0.0000 seconds (0.0000 elapsed) using 0 bytes.

(%i6) init: [1.0,0,0]$
Evaluation took 0.0160 seconds (0.0010 elapsed) using 0 bytes.

(%i7) t_range: [t,0,50,0.05]$
Evaluation took 0.0000 seconds (0.0000 elapsed) using 0 bytes.

(%i9) sol: rk(equation, [x,y,z],init,t_range)$
len:length(sol)$
Evaluation took 0.0620 seconds (0.0640 elapsed) using 15.310 MB.
Evaluation took 0.0000 seconds (0.0000 elapsed) using 0 bytes.

(%i14) t:makelist(sol[k][1],k,1,len)$
x:makelist(sol[k][2],k,1,len)$
y:makelist(sol[k][3],k,1,len)$
z:makelist(sol[k][4],k,1,len)$
plot2d([discrete,t,x]);
Evaluation took 0.0160 seconds (0.0060 elapsed) using 640.000 KB.
Evaluation took 0.0000 seconds (0.0060 elapsed) using 640.000 KB.
Evaluation took 0.0160 seconds (0.0060 elapsed) using 704.000 KB.
Evaluation took 0.0000 seconds (0.0050 elapsed) using 639.953 KB.
Evaluation took 0.0000 seconds (1.7010 elapsed) using 4.957 MB.

(%o14) [C:/Users/mob_d/AppData/Local/Temp/maxout17084.gnuplot]

(%i15) draw3d(point_size=0.2,points_joined=true, point_type=filled_circle,points(x,y,z))$
Evaluation took 0.0150 seconds (1.4620 elapsed) using 2.809 MB.

```

Рис. 1. Время работы программного кода в СКМ Maxima

В *Maple* подсчёт времени происходит автоматически и выводится в нижнем правом углу монитора. При исследовании устойчивости модели (1) время работы программы Maple составило 7,42 сек., память 56,18 МБ (рис. 2). Как можно заметить, память необходимая для построения данных моделей гораздо ниже, однако время, затраченное на поиск решения, заняло почти в 16 раз больше.

Память: 56.18M Время: 7.42s

Рис. 2. Время работы программного кода в СКМ Maple

В системе *Matlab* также присутствуют дополнительные инструменты для нахождения времени работы программы. В нашем рассматриваемом случае рабочее время составило 4,558 сек (рис. 3). Оценку по потребляе-

мой памяти достаточно сложно произвести, т. к. в *Matlab* не был загружен ни один пакет. Пакеты по умолчанию работают уже внутри системы и занимают определенные объемы потребляемой памяти.



Рис. 3. Время работы программного кода в СКМ Matlab

Для анализа времени выполнения программ в *Mathematika* необходимо использовать специальную функцию `AbsoluteTiming`, которая выдаст полный результат времени работы программы в секундах. В нашем случае время работы программы приблизительно составило 0,066 сек. (рис. 4). Данный результат говорит о том, что данная система по временным оценкам превосходит все предыдущие. Потребляемую память оценить достаточно сложно в связи с загрузкой всех пакетов по умолчанию.

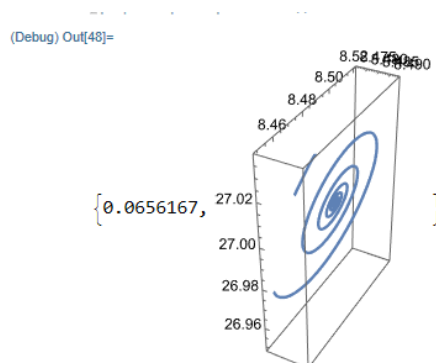


Рис. 4. Время работы программного кода в СКМ Mathematika

Перейдем к оценкам производительности программ, основанных на языках программирования. *Python* является высокоуровневым языком и процедура вычисления занимает большее время, чем расчеты в программах, написанных на языках C++/C. Для определения точной оценки времени работы программы требуется ее доработка, а именно выполнение импорта модуля времени в нее: `import time`, а также создание новой переменной, которая будет отображать начало работы программы: `start_time = time.time()`. Также в конце работы программы при построении фазового портрета необходимо выполнить его закрытие сразу, чтобы посчитать время работы именно построения и работы программы, и не учитывать время, проведенное пользователем внутри самого графика. Итоговое время работы программы составило примерно 2,26 сек. (рис. 5), что значительно ниже, чем у большинства СКМ. Для просмотра потребляемой па-



мяти был осуществлен импорт дополнительного модуля: `from memory_profiler import profile`. Получено, что до момента наступления декоратора, происходил импорт библиотек, объем которых составил 74.2 МБ. В функциональной части работы программы наиболее значимый объем занимаемой памяти был при построении фазового портрета и его отображении, однако вся функция заняла по памяти не более чем 14.3 МБ, что меньше, чем у любой из СКМ.

----- 2.2581114768981934 секунд -----

Рис. 5. Время работы программы Python

Язык *R* является мультипарадигмальным, т.е. он не привязан к конкретному классу. Для замера времени работы программы использована функция `main`, которая позволила определить искомое время работы – 1.22 сек. (рис. 6), что значительно превышает время работы программы на Python. Однако следует учитывать, что язык программирования *R* придерживается процедурного стиля программирования, что уже по умолчанию говорит о меньшем количестве времени работы, чем у программ, использующих объектно-ориентированные языки как Python. Выполнение оценки объема занимаемой памяти программы на *R* достаточно затруднено в виду отсутствия специальных стандартных функций. По этой причине оценка объема памяти не проводилась.

Тайминг остановлен на: 1 0.22 1.22

Рис. 6. Время работы программы R

На рис. 7 представлены фазовые портреты модели Лоренца, полученные в различных программных средах, при значениях параметров  $\sigma = 10$ ,  $r = 28$  и  $b = 8/3$ .

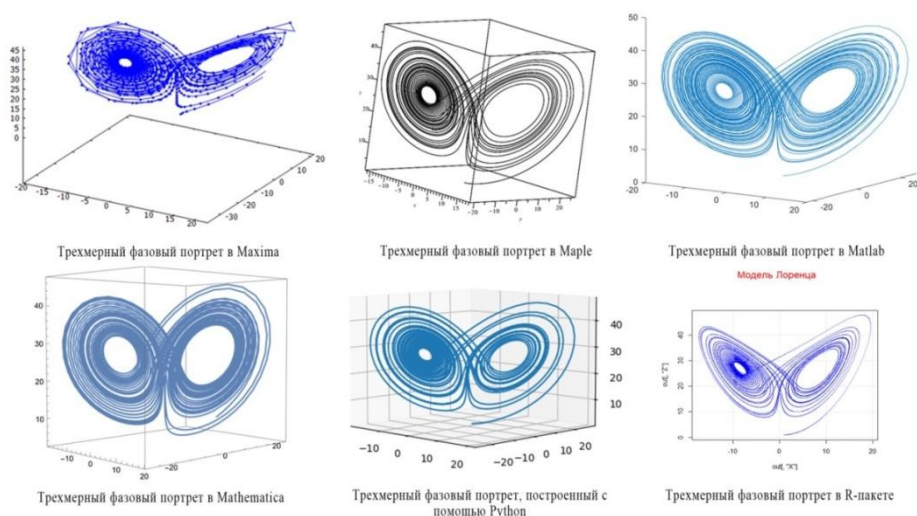


Рис. 7. Исследование устойчивости системы Лоренца

Проведенный анализ и оценка программных средств, используемых для изучения модели Лоренца (1), показали, что наиболее эффективным инструментом компьютерного моделирования являются СКМ *Maxima* и *Mathematica*. Однако следует учитывать такие еще отдельные факты, как, например, доступность. Пакет *Mathematica* является коммерческим продуктом, однако его мощность в разы превышает пакет *Maxima*, который относится к свободно-распространяемым СКМ, что делает данную систему наиболее привлекательной для исследователей. Стоит также отметить, что функционал СКМ ограничен входящими в него функциями, в отличие от языков программирования, которые имеют более широкий спектр применения и возможность интеграции результатов. Также следует учесть, что требуемые системные характеристики рассматриваемых в работе программных средств достаточно высоки для «слабых» ПК. Однако, используя, например, СКМ *Maxima* или языки программирования, системные характеристики можно опустить до минимальных требований.

#### Список литературы

1. Ефимов И.Н., Морозов Е.А., Селиванов К.М. Компьютерное моделирование динамических систем. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2014.
2. Башкирцева И.А., Рязанова Т.В., Ряшко Л.Б. Компьютерное моделирование нелинейной динамики: Непрерывные модели: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017.
3. Андропова О.Ю. Использование R-пакета для исследования устойчивости сложных систем // Системы управления, сложные системы: моделирование, устойчивость, стабилизация, интеллектуальные технологии (CSMSSIT-2021): материалы VII Международной научно-практической конференции. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2021. – С. 50-54.
4. Савельев А.А., Мухарамова С.С., Пилюгин А.Г., Алексеева Е.А. Основные понятия языка R: Учебно-методическое пособие. – Казань: Казанский государственный университет, 2007.
5. МФТИ Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://mipt-cs.github.io/python3-2017-2018/labs/lab5.html>
6. Письменный А.А., Развеева И.Ф. Системы компьютерной математики // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» <https://scienceforum.ru/2018/article/2018003185>
7. Игнатъев Ю.Г. Математическое моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple. Лекции для школы по математическому моделированию. – Казань: Казанский университет, 2014.
8. Лоренц Э. Детерминированное непериодическое течение хаоса. Странные аттракторы. – М.: Мир, 1981.
9. Кузнецов Ю.А., Мичасова О.В. Сравнительный анализ применения пакетов имитационного моделирования и систем компьютерной математики для анализа моделей экономического роста // Экономический анализ: теория и практика. – 2007. – № 5. – С. 23-30. (дата обращения: 14.05.2021).
10. Медведева В. Ю. Сравнительный анализ универсальных математических пакетов MATLAB, Maple и Mathematica / В. Ю. Медведева // Студенческий научный поиск – науке и образованию XXI века: Материалы XI-й Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 26 апреля 2019 года. – Рязань: Автономная некоммерческая организация высшего образования «Современный технический университет», 2019. – С. 45-48.

11. Wolfram: Вычисления и знания, рука к руке: официальный сайт. – USA. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://www.wolfram.com/> (дата обращения 20.05.2022).

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ С ПЕРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

*Артёмов И.А.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к. физ.-мат. н., доцент Игонина Е.В.<sup>2</sup>*

*<sup>1,2</sup> Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина  
e-mail: <sup>1</sup>tortuga2999@mail.ru, <sup>2</sup>elenaigonina7@mail.ru*

**Аннотация.** Рассмотрено применение программного продукта wnMaxima для исследования моделей систем с переменным параметром. Приводится пример решения задачи по исследованию устойчивости и построению фазового портрета системы.

**Ключевые слова:** компьютерное моделирование, программный продукт wnMaxima, динамическая система, устойчивость, фазовый портрет.

## APPLICATION OF WXMAXIMA TO STUDY THE STABILITY OF SYSTEMS WITH THE PARAMETER

*Artemov I.A.*

*Scientific supervisor – Igonina E.V.*

**Abstract.** The application of the wnMaxima software product for the study of models of systems with a variable parameter is considered. An example of solving the problem of stability research and constructing a phase portrait of the system is given.

**Keywords:** computer modeling, software product wnMaxima, dynamic system, stability, phase portrait.

Под устойчивостью системы подразумевается способность динамической системы возвращаться в исходное состояние равновесия, после завершения воздействия внешних возмущений, нарушивших это равновесие. Компьютерное моделирование позволяет провести исследование устойчивости систем, упрощая сам процесс исследования, а также экономя время пользователя. Несомненно, данный метод познания очень удобен для анализа устойчивости динамических систем, особенно в случаях их задания математической моделью с переменным параметром.

Дадим определения некоторым понятиям. Динамической системой подразумевается собой объект или процесс, который характеризует состояния совокупности некоторых величин на определённый момент или промежуток времени, в течение которого выполняется некоторый закон, изменяющий состояние данных объектов [1].

Имеют место такие основные виды устойчивости динамических систем:

- устойчивость;
- асимптотическая устойчивость;
- экспоненциальная устойчивостью;
- системная неустойчивость и др.

Динамическая система, заданная моделью с параметром, подразумевает собой систему, порядок которой задаёт коэффициент при производных в записи модели. Как правило, чем больше степень производной, тем выше порядок динамической системы.

Для исследования свойств системы строятся фазовые портреты, которые позволяют выявить следующие:

- количество положений равновесия;
- характер движения системы в окрестностях каждого положения равновесия;
- устойчивость положения равновесия;
- наличие или отсутствие периодичности движения системная;
- наличие или отсутствие областей с различным характером фазовой траектории.

При построении фазового портрета, вычисляется количество положения равновесия, путём составления матрицы и нахождения её определителя и, если он не равен значению «0», то система имеет единственное нулевое равновесие. В противном случае кроме нулевого положения могут иметься и другие. Тип положения равновесия определяется собственными значениями основной матрицы, соответствующей системе дифференциальных линейных уравнений (СДЛУ) второго порядка, описывающей исследуемую систему. Корни характеристического уравнения матрицы определяют классификацию точек покоя следующим образом [2]:

- устойчивый узел (корни – вещественные числа одного знака и меньше 0). В данном случае устойчивость называется асимптотической;
- неустойчивый узел (корни – вещественные числа одного знака и больше 0);
- седло (корни – вещественные, но разные по знаку; системная неустойчивость);
- устойчивый фокус (корни – комплексные числа, действительные части которых не равны 0; меньше 0);
- неустойчивый фокус (корни – комплексные числа, действительные части которых не равны 0; больше 0);
- центр (корни – комплексные числа, действительные части которых равны 0).

Задача исследования динамической системы сводится к нахождению корней характеристического уравнения СДЛУ второго порядка. Отметим, что решение самой системы не выполняется, а исследование проводится с

помощью определения классификации точки покоя с учетом полученного собственного значения матрицы и построения соответствующего фазового портрета в графическом режиме, что и позволяет определить характер устойчивости исследуемой системы. Для выполнения данного алгоритма в настоящей работе использована программа wxMaxima (версии 21.05.2) (рис.1), преимуществом которой являются:

- свободное пользование;
- поддержка в различных операционных системах (Windows, Linux);
- широкий спектр решаемых задач;
- возможности работы как в консольном режиме, так и в графическом (в нашем случае вывод формул и представление их графически);
- и многое другое.

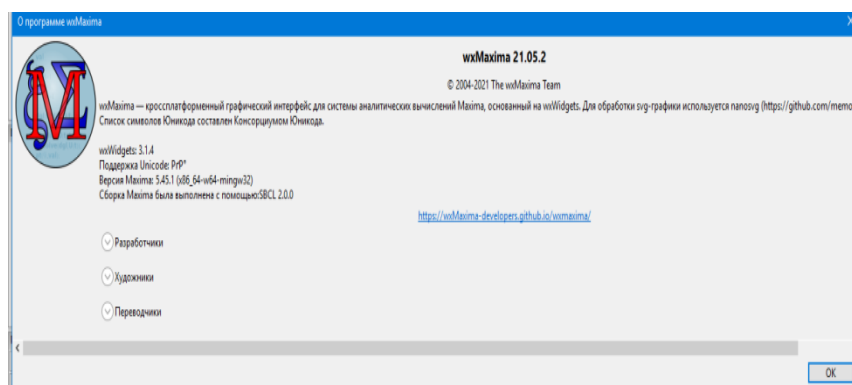


Рис. 1. Программный продукт wxMaxima

Пусть дана СДЛУ второго порядка с параметром  $a$ :

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = 2x - 4y \\ \frac{dy}{dt} = ax - 6y \end{cases} \quad (1)$$

Рассмотрим, при каких значениях параметра  $a$  система (1) будет принимать различные виды устойчивости, например: седло, узел, фокус. Для начала построим алгоритм решения данной задачи. Для этого выполним поэтапно следующие операции:

1 этап. Составить матрицу, взяв за значения её элементов коэффициенты линейных уравнений динамической системы (1), учитывая параметр (рассматривать его в матрице).

2 этап. Вычислить её определитель.

3 этап. Найти собственные значения матрицы.

4 этап. Вычислить произведение собственных значений;

Для начала составим матрицу, взяв за значения её элементов коэффициенты уравнений динамической системы (также учитывая параметр в матрице) и вычислим её определитель. Будем иметь:

$$\begin{vmatrix} 2-\lambda & -4 \\ a & -6-\lambda \end{vmatrix} = (2-\lambda)(-6-\lambda) + 4a = \lambda^2 + 4\lambda - 12 + 4a$$

Для определения собственных значений  $\lambda$  матрицы, необходимо решить квадратное уравнение:

$$\begin{aligned} \lambda^2 + 4\lambda - 12 + 4a &= 0 \\ D &= 16 - 4(-12 + 4a) = 64 - 16a \\ \lambda_1 &= \frac{-4 - \sqrt{64 - 16a}}{2} = -2 - 2\sqrt{4 - a} \\ \lambda_2 &= \frac{-4 + \sqrt{64 - 16a}}{2} = -2 + 2\sqrt{4 - a} \end{aligned}$$

По значению дискриминанта определяем, при каких значениях  $a$  собственные значения матрицы будут действительными, а при каких – комплексными (не забывая про особую точку при  $a = 4$ ). Таким образом,

- ✓ при  $64 - 16a \geq 0$  (действительные значения) или  $a \leq 4$ ;
- ✓ при  $a = 4$  выражение принимает значение 0 и так же входит в область действительных значений;
- ✓ при  $a > 4$  собственные значения матрицы будут комплексными.

На основе вышеизложенного можно сделать следующий вывод и определить какие фазовые портреты будут существовать при различных значениях  $a$ : седло, узел (устойчивый или неустойчивый) – при  $a \leq 4$ ; центр, фокус (устойчивый или неустойчивый) – при  $a > 4$ .

Выполним проведенные и описанные действия в программе wxMaxima. Для начала выбираем на панели «Матрица» - «Ввести матрицу...», указываем её порядок, после чего задаём значения или воспользуемся функцией «matrix» (рис. 2).

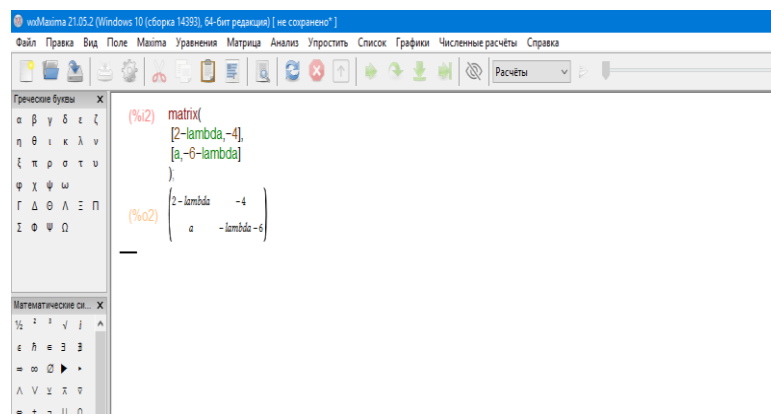


Рис. 2. Составление матрицы

После вычисляем определитель матрицы, находим собственные значения, а также их произведение с помощью специальных команд, предусмотренных программой Maxima (рис. 3).

```

(%i2) "Определитель матрицы"
d:determinant(%);

(%o2)  $(-\lambda - 6)(2 - \lambda) + 4a$ 

(%i3) "Собственные значения матрицы"
solve([% = 0], [lambda]);

(%o3)  $[\lambda = -2\sqrt{4-a} - 2, \lambda = 2\sqrt{4-a} - 2]$ 

(%i4) "Произведение собственных значений матрицы"
expand((-2*sqrt(4-a)-2)*(2*sqrt(4-a)-2));

(%o4)  $4a - 12$ 

```

Рис. 3. Вычисление определителя и собственных значений

Так как Maxima не умеет решать неравенства в символическом виде, выведем произведение  $\lambda_1 * \lambda_2$  графически для определения знака при различных значениях параметра  $a$  с помощью функции «wxplot2d», обозначив за параметр переменную «x» (рис. 4).

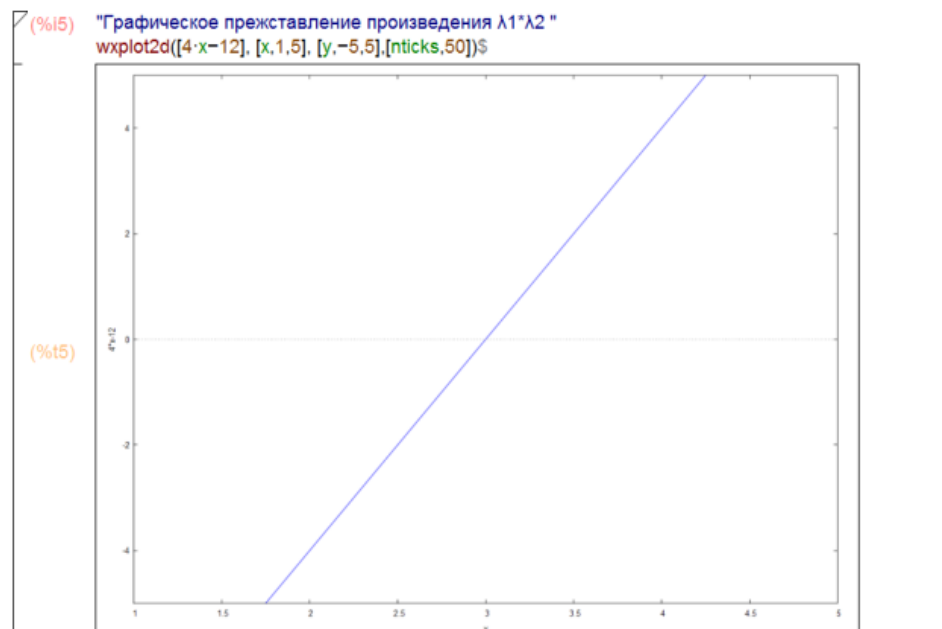


Рис. 4. Использование функции «wxplot2d»

Анализируя полученный график, видим, что произведение  $\lambda_1 * \lambda_2$ :

- меньше 0, при  $a < 3$ ;
- равно 0, при  $a = 3$ ;
- больше 0, при  $a > 3$ .

Определив знак произведения на разных интервалах, найдём при каких значениях параметра  $a$  собственные значения матрицы будут действительными или комплексными, после чего вычислим дискриминант выражения, представив его в виде квадратного трёхчлена (рис. 5).

```

(%i7) "Представление в виде квадратного трёхчлена"
      expand(d);

(%o7)  $\lambda^2 + 4\lambda + 4a - 12$ 

(%i8) "Вывод дискриминанта"
      dis:16-4*(4*a-12);

(%o8)  $16 - 4(4a - 12)$ 

(%i9) "Упрощение выражения"
      radcan(%);

(%o9)  $64 - 16a$ 

```

Рис. 5. Составление квадратного трёхчлена и вычисление его дискриминанта

Затем определим графически его знак при различных значениях  $a$  (в нашем случае параметр  $a$  обозначается за переменную  $x$ ) (рис.6).

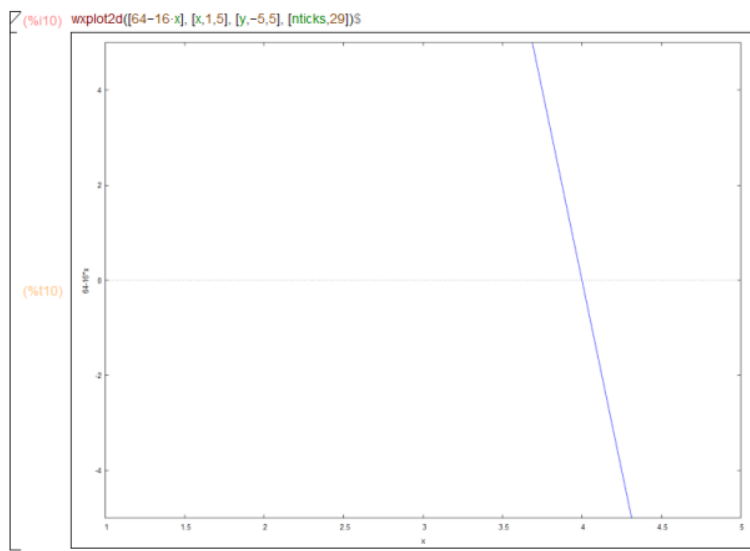


Рис. 6. Определение знака графически с помощью функции «wxplot2d»

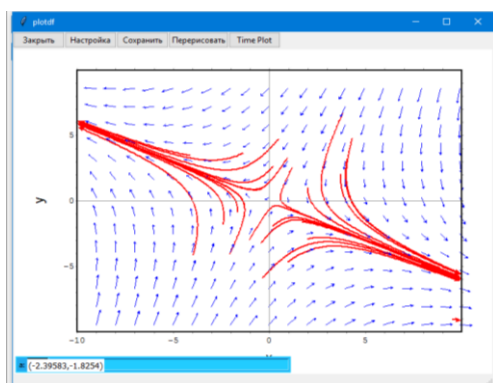
Анализируя полученный график, видим, что:

- дискриминант  $< 0$  при  $a > 4$ ,  $\lambda_1, \lambda_2$  – комплексные числа;
- дискриминант  $= 0$  при  $a = 4$ ,  $\lambda_1 = \lambda_2 = -2$ ;
- дискриминант  $> 0$  при  $a < 4$ ,  $\lambda_1, \lambda_2$  – различные действительные числа.

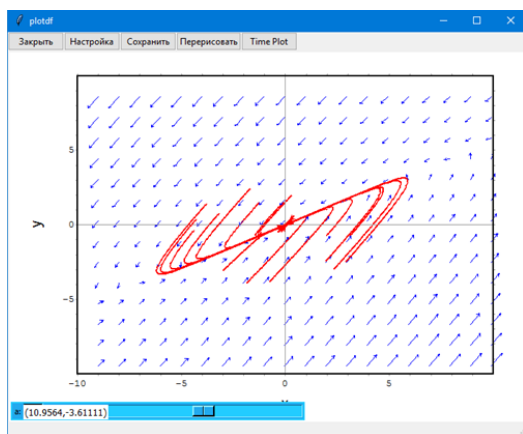
Основываясь на классификацию точек покоя, представленную в настоящей работе, построим фазовые портреты системы (1) в программе wxMaxima с помощью функции «plotdf». Получим следующие результаты, представленные на рис. 7.



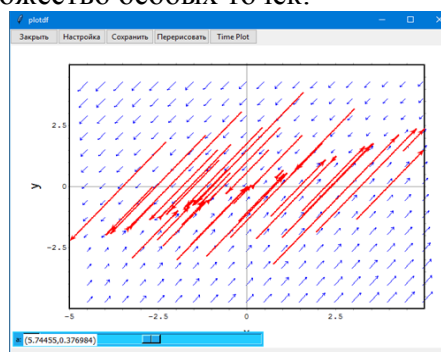
При  $a < 3$  получаем  $\lambda_1, \lambda_2 < 0$ , фазовый портрет – седло:



При  $3 < a \leq 4$  корни  $\lambda_1, \lambda_2$  – вещественные и  $> 0$ , фазовый портрет – устойчивый узел (при  $a = 4$  – вырожденный узел):



При  $a = 3$  получаем  $\lambda_1 = 0, \lambda_2 = -4$ , фазовый портрет представляет собой множество особых точек:



При  $a > 4$ ,  $\lambda_1, \lambda_2$  – комплексные, следовательно фазовый портрет – устойчивый фокус:

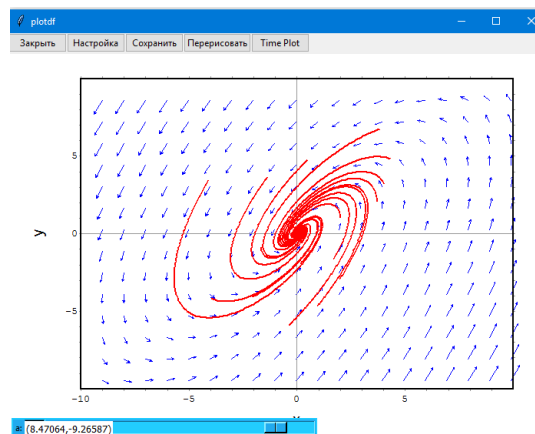


Рис. 7. Результаты исследования устойчивости системы (1) в зависимости от возможных значений параметра  $a$

Таким образом, на данном примере можно увидеть, как программный продукт wxMaxima удобен для проведения исследования динамических моделей, в частности исследования устойчивости системы. С помощью wxMaxima была составлена матрица, вычислены её определитель и собственные значения, определён знак произведения собственных значений графически, вывод собственных значений матрицы в поле комплексных и действительных чисел путём определения параметра  $a$  на различных промежутках и на основе этого получено графическое представление фазовых портретов, позволяющих определить вид устойчивости.

### Список литературы

1. Ашихмин В.Н., Гитман М.Б., Келлер И.Э., Наймарк О.Б., Столбов В.Ю., Трусов П.В., Фрик П.Г. Введение в математическое моделирование: учебное пособие. – М.: «Логос», 2007. – С. 11-55.

2. Игонина Е. В. Исследование устойчивости динамических моделей с помощью систем компьютерной математики: учебное пособие. – Елец, 2020. – С. 54-60.
3. Чичкарёв Е. Компьютерная математика с Maxima. Руководство для школьников и студентов. – М.: «ALT Linux», 2009.

## АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

*Зайцев Д.С.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. н., доцент Масина О.Н.<sup>2</sup>*

*<sup>1,2</sup>Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина  
e-mail: <sup>1</sup>dimanz1997@bk.ru, <sup>2</sup>olga121@inbox.ru*

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы компьютерного моделирования иерархических систем управления. Даны общие характеристики и описаны принципы системного анализа указанных систем. Приводятся основные аппаратно-программные технологии и средства компьютерного моделирования иерархических систем управления. Полученные результаты могут быть использованы при изучении моделей иерархических систем управления экономическими объектами.

**Ключевые слова:** иерархические системы управления, сложные системы, компьютерное моделирование, программные средства.

## ASPECTS OF MODELING HIERARCHICAL CONTROL SYSTEMS

*Zaitsev D.S.*

*Scientific supervisor – Masina O.N.*

**Abstract.** The article deals with the issues of computer modeling of hierarchical control systems. General characteristics are given and the principles of system analysis of these systems are described. The main hardware-software technologies and means of computer simulation of hierarchical control systems are given. The obtained results can be used in the study of models of hierarchical control systems for economic objects.

**Keywords:** hierarchical control systems, complex systems, computer modeling, software tools.

**Введение.** Иерархическая система управления (ИСУ) представляет собой организационную систему, иерархическая структура которой содержит более двух уровней. Указанная система обладает следующими ключевыми признаками: иерархичность (система является совокупностью элементов, могущих рассматриваться как системы, при этом исходная система выступает частью более общей системы); функциональное единство (отдельные элементы системы либо их сумма не обладают комплексными свойствами, присущими всей системе); существенность (системе свойственно наличие существенных связей между элементами системы). ИСУ является сложной системой, строгое математическое описание которой значительно затруднено в силу познавательного, гносеологического и ин-

струментального аспектов [1]. Для изучения ИСУ используется компьютерное моделирование технических процессов. Этот вид моделирования определяется воспроизведением характеристик системы на мысленном либо материальном объекте, который специально создается для изучения системы [2]. Формируемые модели описывают существенные стороны реальных систем, предоставляя данные в удобной для изучения форме. Использование инструментов и методов компьютерного моделирования позволяет с высокой наглядностью и эффективностью изучать и предсказывать поведение ИСУ, что подтверждает актуальность исследования особенностей компьютерного моделирования сложных систем. В настоящей работе представлены теоретические аспекты компьютерного моделирования ИСУ.

**Основная часть.** Как известно [3], ИСУ относится к сложным системам, представляющим собой совокупность большого количества находящихся в определенной зависимости элементов, составляющих единство, ориентированное на достижение конкретной цели. С целью исследования сложных систем, включая и ИСУ, применяется метод системного анализа, базирующийся на следующих основных принципах [4]: конечной цели (приоритет глобальной цели); измерения (возможность суждения о качестве функционирования системы только применительно к системе более высокого порядка); эквивинальности (возможность достижения системой требуемого конечного состояния вне зависимости от времени); единства (рассмотрение системы как совокупности частей и как целого); связности (рассмотрение всех частей системы совместно с их окружением); модульного построения (рассмотрение системы как совокупности модулей); иерархии (введение иерархии частей и их ранжирование); функциональности (совместное рассмотрение функций и структуры системы с приоритетом первых над второй); развития (учет изменяемости системы); децентрализации (сочетание централизованного и децентрализованного управления); неопределенности (учет случайностей и неопределенностей в системе).

К основным характеристикам ИСУ относятся: вертикальная декомпозиция (характеристика означает, что ИСУ представляет собой семейство взаимодействующих подсистем, под которыми понимаются преобразования входных данных в выходные); право вмешательства (означает, что на функционирование подсистемы любого уровня оказывают прямое и явное воздействие расположенные выше уровни, обычно ближайший старший уровень); взаимозависимость действий (характеристика означает, что качество работы всей ИСУ обеспечивается обратной связью, так как вмешательство верхних уровней ИСУ предшествует действиям нижерасположенных уровней) [5]. Отметим, что ИСУ требует рационального распределения функций между входящими в иерархию уровнями. Это обуславливает появление иерархической структуры целей и задач управления на всех уровнях [6]. В связи с этим актуализируется необходимость построения иерархической модели системы, выступающей основой для создания ра-

циональной структуры управления и обеспечения достижения поставленных целей. Подобная модель должна отображать как свойства объекта, так и его структуру.

Моделирование ИСУ является сложным исследовательским процессом, который ориентирован на выявление закономерностей и свойств ИСУ с целью прогнозирования поведения системы, лучшего понимания и объяснения объектов и модернизации ИСУ. Что касается типов моделей ИСУ, то можно рассматривать физические и математические модели [7]. Физическая модель ИСУ включает управляемый объект, цель управления, измерительные, управляющие и вычислительные устройства и дает базовое представление о предмете изучения, однако часто не обладает достаточным для задания ИСУ уровнем формализации и недостаточно конструктивна. Расширенное понимание структуры системы в исследовательском процессе дает математическая модель ИСУ. В [8] рассмотрены вопросы построения математических моделей с управлением на основе искусственных нейронных сетей. С учетом опыта разработки инструментально-методического обеспечения для решения задач моделирования нелинейных систем выполнена разработка подключаемых библиотек вспомогательных операций с учетом возможностей архитектуры Эльбрус.

Современными средствами моделирования выступают информационные технологии, которые позволяют создавать информационные модели ИСУ. При этом информационные модели ИСУ представляют собой информацию, описывающую существенные свойства объекта и присущие ему связи, формализованную с позиции цели исследования и зафиксированную на информационном носителе [9]. Информационное моделирование осуществляется в следующей последовательности.

1. Анализ объекта и присущих ему связей, который осуществляется посредством выполнения логических операций познания, таких как классификация, сравнение, обобщение, систематизация, конкретизация, построение абстракций и умозаключений, а также приемов моделирования, в число которых входят наблюдение, синтез, анализ, построение гипотез, аналогия и формализация.

2. Собственно моделирование, предполагающее возможность производить с готовой моделью такие операции, как видоизменение, перестраивание, реализация, интерпретация, экспериментирование, замена и верификация. С элементами модели можно осуществлять сложение, вычитание и дополнение.

3. Построение алгоритмов и привлечение информационных технологий для работы с моделью, что позволяет реализовать модель в определенной предметной области.

На основе математической модели ИСУ строится ее компьютерная модель, дающая возможность исследовать поведение ИСУ с использованием аппаратно-программных технологий и средств [10]. Основные средства компьютерного моделирования [11] представлены на рис. 1.



Рис. 1. Средства компьютерного моделирования

К вербальным инструментам относятся текстовые процессоры и редакторы, издательские системы, системы оптического распознавания символов и языки разметки гипертекста. Визуальные инструменты включают в себя аппаратно-программные технологии и средства работы с видеоизображениями, компьютерной графикой, звуком, анимацией и виртуальной реальностью. К математическим средствам относят пакеты программ для расчетов, электронные калькуляторы, расчетно-информационные комплексы, программы для аналитических преобразований и виртуальные лаборатории. Системы моделирования включают в себя системы имитационного моделирования, пакеты визуального моделирования, табличные процессоры, программы генерации фрактальных изображений, средства автоматизированного проектирования, геоинформационные системы и презентационные пакеты. Также к средствам компьютерного моделирования относятся системы и языки программирования. При компьютерной реализации математической модели ИСУ используется имитационное моделирование, суть которого сводится к симуляции на ЭВМ процесса функционирования исследуемой ИСУ. Для сложных систем часто применяется такой метод имитационного моделирования, как системная динамика, основанный на высоком абстрактном уровне представления системы в качестве совокупности потоков, вспомогательных переменных, накопителей и субмоделей, включающих свои элементы. Для программирования имитационных моделей могут применяться универсальные языки программирования, языки общего назначения и языки имитационного моделирования [12].

Программные средства, используемые для компьютерного моделирования, можно разделить на категории [13], представленные на рис. 2.



Рис. 2. Программные средства компьютерного моделирования

Структурно-функциональная схема ИСУ, полученная на основе ее формализованного представления, представлена на рис. 3 [14].

Данная схема допускает декомпозицию на взаимосвязанные элементы. Управляемые технические объекты могут быть декомпозированы на функциональные блоки и элементы, каждому из которых соответствует компонент структуры, отвечающий за реализацию его математической модели. Работа устройства управления может быть описана посредством алгоритма информационных преобразований сведений об измерениях наблюдаемых характеристик управляемых технических объектов либо о результатах моделирования в управляющие воздействия на реальные исполнительные устройства или их модели. Алгоритм может быть декомпозирован на отдельные компоненты, которые при помощи имитационной модели описывают определенные действия с получаемыми от измерительных устройств информационными потоками данных.

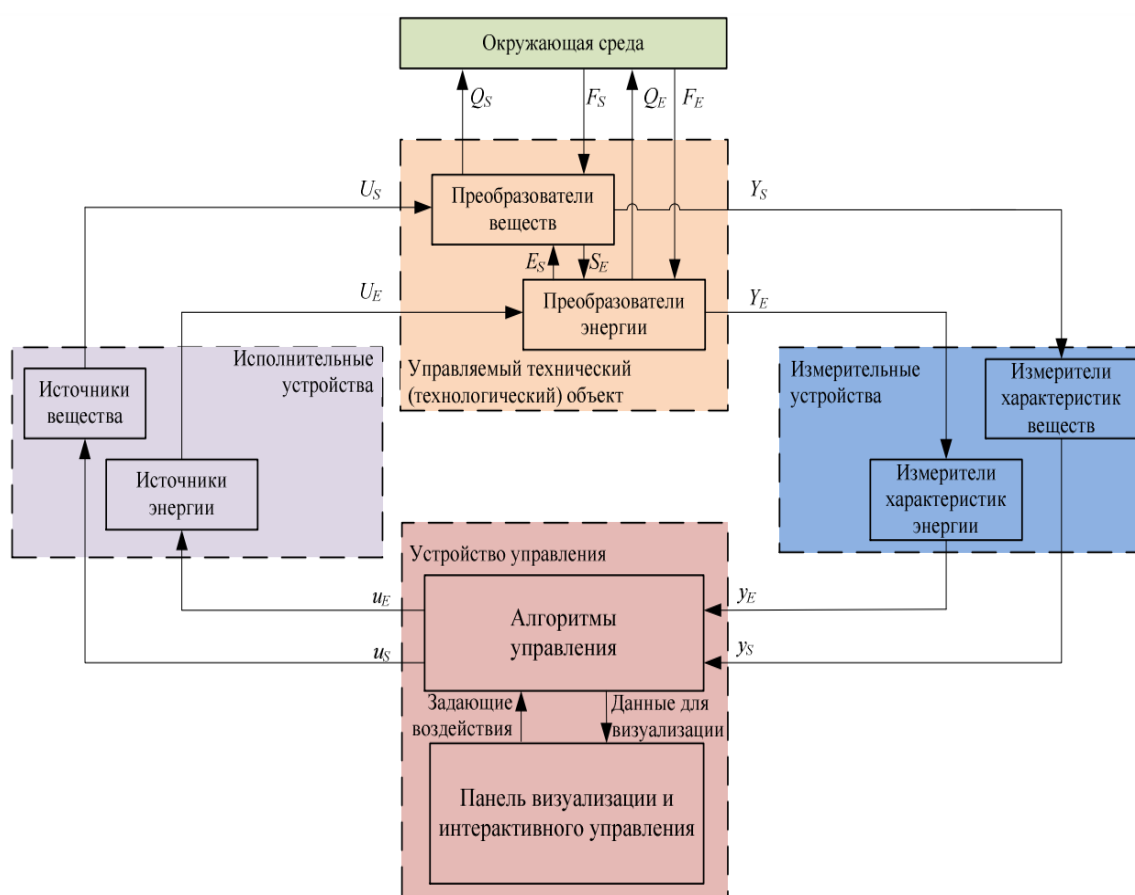


Рис. 3. Структурно-функциональная схема ИСУ

**Заключение.** Таким образом, современное компьютерное моделирование предлагает совокупность развитых технологических средств и методологических подходов, применяемых для подготовки и принятия решений различного характера в ИСУ. Одной из процедур моделирования выступает построение обобщенной модели, которая описывает все факторы и

взаимосвязи, существующие в реальной системе. Модели ИСУ позволяют получать новые знания об объектах исследования на основе поиска, отбора, представления и обработки имеющихся о них сведений. Применение компьютерных средств представления информации дает возможность оптимизировать мыслительную деятельность и визуализировать различные связи и параметры изучаемой ИСУ, что расширяет, дополняет и модифицирует возможности традиционного мысленного моделирования. Полученные результаты могут быть использованы при изучении моделей многоуровневых экономических систем.

### Список литературы

1. Теория систем и системного анализа: учеб. пособие. – Рыбинск: РГАТУ им. П.А. Соловьева, 2015.
2. Цымбал В.П. Синергетическая концепция создания моделей и технологий: учеб. пособие для вузов // В.П. Цымбал, П.А. Сеченов, И.А. Рыбенко. – М.: Изд-во Юрайт, 2022.
3. Дышленко С.Г. Сложные вычислительные системы // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. – 2019. – № 3 (13). – С. 53-58.
4. Аюпов В.В. Математическое моделирование технических систем: учебное пособие. – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2017.
5. Месарович М., Мако Д., Такахаха И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: МИР, 1973.
6. Якимов А.И. Теоретические основы технологии имитационного моделирования и принятия решений в информационных системах промышленных предприятий: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.10 / Анатолий Иванович Якимов; Белорус. Рос. ун-т. – Могилев, 2017.
7. Александров В.В., Лемак С.С., Парусников Н.А. Лекции по механике управляемых систем. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2020.
8. Дружинина О.В., Корепанов Э.Р., Белоусов В.В., Масина О.Н., Петров А.А. Опыт разработки методов и средств нейросетевого моделирования нелинейных систем на базе отечественной вычислительной платформы «Эльбрус 801-РС» // Нелинейный мир. – 2020. – Т. 18. – № 2. – С. 5-17.
9. Ядровская М.В. К вопросу о компьютерном моделировании // Advanced Engineering Research. – 2020. – Т. 20. – № 3. – С. 332-345.
10. Абрамов В.И. Агент-ориентированное и имитационное моделирование: перспективы в области информационных технологий // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2018. – № 11 (97). – С. 386-397.
11. Ядровская М.В. Средства моделирования в компьютерных технологиях обучения // Образовательные технологии и общество. – 2015. – Т. 18. – № 2. – С. 618-637.
12. Моделирование систем и процессов: учеб. для вузов / В.Н. Волкова [и др.]; под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Изд-во Юрайт, 2022.
13. Кочергин М.И. Многоуровневое моделирование физико-технических задач на примере глубинного насоса / М.И. Кочергин, Д.С. Торгаева, М.П. Сухоруков, В.М. Дмитриев, Ю.А. Шурыгин // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2019. – Т. 22. – № 3. – С. 79-86.
14. Дмитриев В.М., Ганджа Т.В., Зайченко Т.Н. Методика стратификации и интеграции компьютерной модели сложной технической управляемой системы // Информатика и системы управления. – 2016. – № 4 (50). – С. 11-22.

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ ОЗОнового СЛОЯ И АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОЗОНОСФЕРЫ

*Корепанова А.Э.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. н., профессор Дружинина О.В.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Институт тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова  
(ИТХТ им. М.В. Ломоносова Российского технологического  
университета МИРЭА, г. Москва*

*<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр «Информатика  
и управление» Российской академии наук, г. Москва  
e-mail: <sup>1</sup>anna.korepanova.01@mail.ru, <sup>2</sup>ovdruzhh@mail.ru*

**Аннотация.** Изучены аспекты математического моделирования процесса разрушения озонового слоя Земли. На основе дифференциальных уравнений химической кинетики описан синтез математической модели, описывающая изменение во времени концентрацию озона в стратосфере. Рассмотрены вопросы, связанные с переходом к недетерминированным моделям динамики концентрации озона с учетом факторов неполноты информации. Описаны средства и способы мониторинга озоносферы с помощью спутниковой программы «Коперник». Охарактеризованы современные методы защиты озонового слоя и перспективные способы очистки выбросов от фреонов.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, озоновый слой, дифференциальные уравнения химической кинетики, неполнота информации, устойчивость, космический мониторинг, фреоны, адсорбционные аппараты.

## MATHEMATICAL MODELING OF THE PROCESS OF OZONE LAYER DEPLETION AND ANALYSIS OF OZONOSPHERE PROTECTION METHODS

*Korepanova A.E.*

*Scientific supervisor – Druzhinina O.V.*

**Abstract.** The aspects of mathematical modeling of the process of destruction of the ozone layer of the Earth are studied. On the basis of differential equations of chemical kinetics, the synthesis of a mathematical model describing the time change in the concentration of ozone in the stratosphere is described. The issues related to the transition to deterministic models of the dynamics of ozone concentration, taking into account the factors of incomplete information, are considered. The means and methods of monitoring the ozonosphere using the Copernicus satellite program are described. Modern methods of protecting the ozone layer and promising ways of cleaning emissions from freons are characterized.

**Keywords:** mathematical modeling, ozone layer, differential equations of chemical kinetics, incompleteness of information, stability, space monitoring, freons, adsorption apparatuses.

С учетом того, что озоновый слой защищает все живое на нашей планете от ультрафиолетовых лучей, разрушение озонового слоя является одной из острых, глобальных экологических проблем. Ученые анализируют



ют последствия техногенного воздействия на атмосферу, изучая воздействие различных факторов, которые способствуют разрушению озонового слоя [3, 4]. Разрабатываются перспективные методики защиты озоносферы и сокращения выброса вредных веществ.

Для оценки масштабов экологической катастрофы используются современные методики мониторинга озоносферы с помощью спутниковой программы «Коперник». Оборудованные новейшими технологиями и высокоэффективной аппаратурой спутники выполняют съемку поверхности Земли и слоев атмосферы в любое время суток и при любой облачности. Космический мониторинг позволяет вычислить размеры озоновых дыр, при этом площадь озоновой дыры рассчитывается как площадь с содержанием озона ниже 220 единиц Добсона (е.Д.) к югу от 60 ю.ш. На рис. 1 проиллюстрирована динамика роста озоновой дыры над Антарктидой [11].

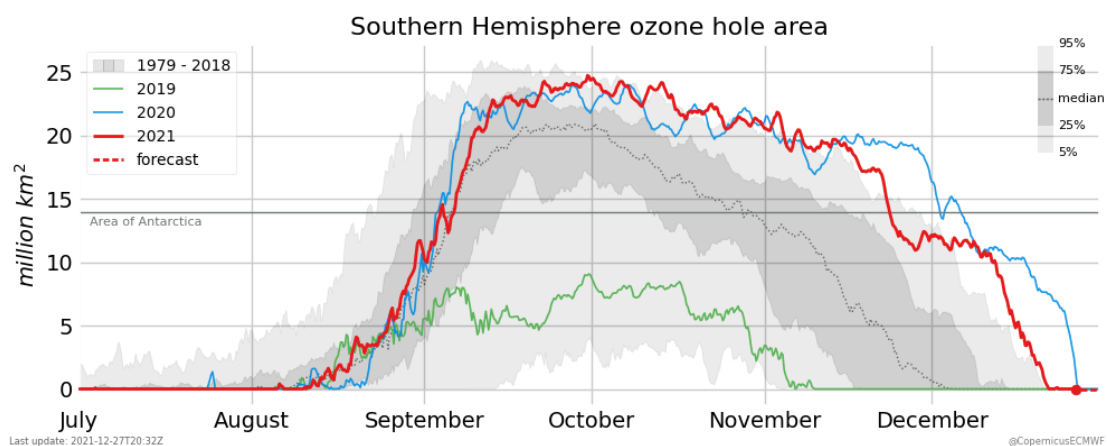


Рис. 1. Динамика роста озоновой дыры над Антарктидой

Как известно, озон является аллотропной модификацией кислорода. Он относится к сильнейшим окислителям с высокой активностью в атмосфере. При образовании озона при воздействии фотонов ультрафиолетового излучения ( $h\nu$ ) процесс можно интерпретировать следующей реакцией:



В реакции (1) молекула кислорода ( $\text{O}_2$ ) диссоциирует с образованием двух атомов кислорода – триплетного ( $\text{O}_T$ ) и синглетного ( $\text{O}_c$ ). Далее, процесс присоединения ( $\text{O}_T$ ) к ( $\text{O}_2$ ) с синтезом озона ( $\text{O}_3$ ) можно описать следующей реакцией:



где  $M$  – так называемое «третье тело», присутствие которого необходимо для отвода части энергии, выделяющейся в процессе. В результате реакции третье тело, в качестве которого в атмосфере выступают молекулы азота или кислорода, которых значительно больше, чем других газов, переходит в возбужденное состояние ( $M^*$ ).

Несмотря на то, что сущность описанных реакций связана с возможностью восстановления озонового слоя, его разрушение имеет тенденцию

к прогрессированию. В результате серии исследований было установлено, что одной из причин разрушения озонового слоя могут быть газы-фреоны. В [5] приведена схема, описывающая классификацию фреонов с учетом химического состава. Среди других факторов указанного разрушения следует отметить как запуск ракет и спутников в космос, а также функционирование авиационного транспорта на высоте 12–16 км.

Производимый в мире фреон имеет свойство подниматься в верхние слои атмосферы и разрушаться под действием ультрафиолетового излучения. Разложение трихлорфторметана описывается следующей реакцией:



Агентом разрушения озонового слоя становится атомарный хлор, образующийся в процессе реакции (3). Действительно, это подтверждают следующие реакции:



Кислород, фигурирующий в реакциях (4), (5), может разлагаться под действием ультрафиолетовых лучей на атомарный кислород в ходе реакции (1). В свою очередь, атомы триплетного кислорода, получаемого в реакции (1) связываются со свободными радикалами ClO, и мы вновь переходим к реакции (5). Таким образом, описанный процесс имеет характер цепной реакции. Ряд вопросов, связанных с особенностями химических процессов при разрушении озонового слоя, рассмотрен, например, в [7, 9, 10].

Скорости описанных реакций зависят от концентраций участвующих в них веществ и представляются в следующем виде:

$$w_1 = k_1[\text{O}_2], \quad w_2 = k_2[\text{O}_2][\text{O}_T], \quad w_3 = k_3[\text{CFCl}_3], \\ w_4 = k_4[\text{Cl}][\text{O}_3], \quad w_5 = k_5[\text{ClO}][\text{O}_T],$$

где  $w_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) – скорости химических реакций,  $[\text{O}_2]$ ,  $[\text{O}]$ ,  $[\text{CFCl}_3]$ ,  $[\text{Cl}]$ ,  $[\text{O}_3]$ ,  $[\text{ClO}]$  – концентрации соответствующих веществ,  $k_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) являются константами скоростей химических реакций.

Как известно, обыкновенные дифференциальные уравнения служат математическим аппаратом для описания процессов химической кинетики [2, 7]. С помощью величин  $w_i$  и  $k_i$  можно составить дифференциальные уравнения, опираясь на основные законы химической кинетики и на закон действующих масс [7].

Модель, описывающую процесс разрушения озонового слоя, можно задать следующей системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -k_4 x_4 x_1 + k_2 x_3 x_2, \\ \dot{x}_2 &= -k_5 x_6 x_2 - k_2 x_3 x_2 + 2k_1 x_3, \\ \dot{x}_3 &= k_4 x_4 x_1 + k_5 x_6 x_2 - k_1 x_3 - k_2 x_3, \\ &\quad (6) \\ \dot{x}_4 &= -k_4 x_4 x_1 + k_3 x_5 + k_5 x_6 x_2, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{x}_5 &= -k_3 x_5, \\ \dot{x}_6 &= k_4 x_4 x_1 - k_5 x_6 x_2.\end{aligned}$$

В системе нелинейных дифференциальных уравнений приняты следующие обозначения:  $x_1$  – концентрация озона ( $O_3$ ), расходующегося в реакции (4) и образующегося в реакции (2);  $x_2$  – концентрация атомов триплетного кислорода ( $O_T$ ), который способен связываться со свободными радикалами Cl и ClO, с молекулярным кислородом ( $O_2$ ) и образуется в результате реакции (1);  $x_3$  – концентрация кислорода ( $O_2$ ), образующегося в результате реакций (4) и (5) и расходующегося в результате диссоциации (1) и связывания с триплетным кислородом (2);  $x_4$  – концентрация свободного радикала хлора (Cl), который расходуется в реакции (4) и образуется в результате распада фреона по реакции (3) и в результате связывания хлоркислородного радикала с атомом триплетного кислорода по реакции (5);  $x_5$  – концентрация фреона ( $CFCl_3$ ), попадающего в атмосферу;  $x_6$  – концентрация свободного радикала ClO, который фигурирует в реакции распада озона (4) и участвует в связывании с атомами триплетного кислорода (5). Кроме того, в системе (6) фигурируют следующие постоянные:  $k_1$  – константа скорости химической реакции (1), которая отвечает скорости разрушения молекулярного кислорода;  $k_2$  – константа скорости химической реакции (2), связанная со скоростью образования озона в результате связывания молекулярного кислорода с атомами триплетного кислорода,  $k_3$  – константа скорости химической реакции (3), отвечающая скорости диссоциации фреона на свободные химически активные радикалы,  $k_4$  – константа скорости химической реакции (4), учитывающая скорость разрушения озона радикалом свободного атома хлора,  $k_5$  – константа скорости химической реакции (5), учитывающая скорость связывания атомарного кислорода со свободным хлоркислородным радикалом.

Важно отметить, что константы  $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5$  являются положительными и зависят как от химической природы веществ, так и от условий протекания реакций. При составлении дифференциальных уравнений знак перед членами определяется в зависимости от расхода или образования компонентов  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$  в результате реакций (1)–(5).

Система дифференциальных уравнений (6) описывает процесс изменения концентрации озона в стратосфере. В случае, когда вещества обладают высокой химической активностью, для оценки концентрации озона можно применить метод квазистационарных концентраций. Некоторые аспекты применения этого метода для модели разрушения озонового слоя рассмотрены в [5, 6].

Для шестимерной модели (6) теоретический и прикладной интерес представляет поиск траекторий численными методами и исследование устойчивости решений. Кроме того, в условиях неполноты информации и при влиянии недетерминированных воздействий можно перейти к различным модификациям модели (6): к модели, описываемой системой дифференциальных включений, к нечеткой модели и к стохастической модели. В

частности, с учетом многозначности правых частей можно перейти от (6) к системе дифференциальных включений вида:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &\in -k_4 x_4 x_1 + k_2 x_3 x_2, \\ \dot{x}_2 &\in -k_5 x_6 x_2 - k_2 x_3 x_2 + 2k_1 x_3, \\ \dot{x}_3 &\in k_4 x_4 x_1 + k_5 x_6 x_2 - k_1 x_3 - k_2 x_3, \\ \dot{x}_4 &\in -k_4 x_4 x_1 + k_3 x_5 + k_5 x_6 x_2, \\ \dot{x}_5 &\in -k_3 x_5, \\ \dot{x}_6 &\in k_4 x_4 x_1 - k_5 x_6 x_2.\end{aligned}\tag{7}$$

Устойчивость инвариантных множеств модели (7) и ее нечеткого аналога можно изучить с помощью принципа редукции задач устойчивости дифференциальных включений к задачам устойчивости нечетких систем [1]. Ключевыми для обоснования принципа редукции являются утверждения об устойчивости соответствующих классов динамических систем. А именно, редукция задачи об устойчивости дифференциального включения к задаче об устойчивости нечеткой системы базируется на взаимосвязанных условиях устойчивости включения и нечеткой системы.

Математическое моделирование позволяет изучить процесс с учетом прогнозирования возможных негативных последствий. Представление изучаемого процесса математической моделью наглядно облегчает теоретический и численный анализ основных оказывающих влияние на процесс факторов. Модель вида (6) позволяет прогнозировать экологическое развитие, выполнять оценку концентраций веществ и уровень распространения загрязнений в окружающей среде.

Следует подчеркнуть, что производимый фреон в конечном счете накапливается в средних слоях атмосферы, при этом действие хлора как катализатора наносит огромный ущерб стратосфере и способствует образованию озоновых дыр [3]. В настоящее время принимаются меры по восстановлению озонового слоя, в мире вводятся ограничения по использованию бром- и хлорсодержащих фреонов, ведутся разработки безопасных аналогов фреонов.

Одним из эффективных методов очистки выбросов в атмосферу от фреонов, хлороформа, четыреххлористого углеводорода и других галогензамещенных углеводородов является пропускание загрязненных воздушных потоков через адсорбционные установки с определенным типом адсорбента. В качестве поглотителя фреонов отлично подходят цеолиты типа X, которые удерживают большинство компонентов сложных смесей, в том числе и все типы углеводородов. Применение цеолитов типа X основано на избирательности адсорбции.

Разработан ряд перспективных проектов, направленных на восстановление озонового слоя. Например, на основе регулирования с помощью энергоблока атомной электростанции можно достичь баланса между разрушением и производством озона. Кроме указанного проекта существуют другие, среди которых получение озона искусственно в стратосфере с применением аэростатов или получение озона в атмосфере.

С помощью математического моделирования на основе уравнений химической кинетики, описывающих процессы изменения концентрации озона, целесообразно проводить исследования по оценке влияния вредных факторов. А именно, можно использовать модели (6) и (7) изменения концентрации озона, а также их обобщения на управляемый случай. Модель (6) и ее обобщения можно применить при оценке концентрации озона с учетом защитных мероприятий и управляющих воздействий.

Между представлением моделей химической кинетики и моделей экологической динамики существует аналогия. Отметим, что методы, разработанные для изучения популяционных моделей экологической динамики (например, разработанные в [8]), возможно применять для модели (6) и ее модификаций. В связи с этим проведение компьютерного изучения модели изменения концентрации озона с применением указанных методов является перспективным направлением исследований.

### Список литературы

1. Дружинина О.В., Масина О.Н. Методы анализа устойчивости динамических систем интеллектуального управления. – М.: URSS, 2016.
2. Еремин В.В. Математика в химии. – М.: МЦНМО, 2016.
3. Звягинцев А.М., Крученицкий Г.М. Озоновый кризис 20 лет спустя. – М.: Модус-К-Этерна, 2006.
4. Кашкин В.Б., Рублева Т.В., Хлебопрос Р.Г. Стратосферный озон: вид с космической орбиты. – Красноярск: СФУ, 2015.
5. Корепанова А.Э. Сравнительный анализ подходов к исследованию факторов, влияющих на разрушение озонового слоя Земли // Проблемы безопасности Российского общества. – 2020. – № 2. – С. 67-72.
6. Корепанова А.Э. Подходы к моделированию процесса разрушения озонового слоя Земли // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Системы управления, сложные системы: моделирование, устойчивость, стабилизация, интеллектуальные технологии», посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.А. Шестакова (Елец, 16-17 сентября 2020 г.). – Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2020. – С. 484-486.
7. Леванов А.В., Антипенко Э.Е. Введение в химическую кинетику. – М.: МГУ, 2006.
8. Demidova A.V., Druzhinina O.V., Masina O.N., Petrov A.A., Synthesis and computer study of population dynamics controlled models using methods of numerical optimization, stochastization and machine learning // Mathematics. – 2021. – V. 9(24). 3303. <https://doi.org/10.3390/math9243303>
9. Dessler A. The Chemistry and Physics of Stratospheric Ozone. Academic Press, 2000.
10. Matsumi Y., Kawasaki M. Photolysis of Atmospheric Ozone in the Ultraviolet Region // Chem. Rev. – 2003. – V. 103. – № 12. – P. 4767-4781.
11. Monitoring of the ozone layer/ Copernicus Atmosphere Monitoring Service. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://atmosphere.copernicus.eu/monitoring-ozone-layer> (дата обращения: 13.03.2022).

# НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

*Людаговская М.А.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. н., профессор Дружинина О.В.<sup>2</sup>*

*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

*e-mail: <sup>1</sup>m.ludagovskaya@gmail.com, <sup>2</sup>ovdruzh@mail.ru*

**Аннотация.** В статье рассмотрены современные методы компьютерного прогнозирования в транспортной отрасли. Охарактеризованы возможности применения нейросетевого моделирования при анализе изменения технического состояния железнодорожного пути. Предложен метод прогнозирования состояния геометрии рельсовой колеи на основе искусственной нейронной сети прямого распространения.

**Ключевые слова:** железнодорожный путь, методы прогнозирования, искусственные нейронные сети, многослойный перцептрон, машинное обучение.

## NEURAL NETWORK MODELING FOR PREDICTING CHANGES IN THE TECHNICAL CONDITION OF A RAILWAY TRACK

*Liudagovskaya M.A.*

*Scientific supervisor – Druzhinina O.V.*

**Abstract.** The article discusses modern methods of computer forecasting in the transport industry. The possibilities of using the neural network modeling in the analysis of changes in the technical state of the railway track are characterized. A method for predicting the state of the geometry of a rail track based on an artificial neural network of direct propagation is proposed.

**Keywords:** railway track, forecasting methods, artificial neural networks, multilayer perceptron, machine learning.

Развитие железнодорожного транспорта России сопровождается повышением интенсивности движения поездов и увеличением грузонапряженности железных дорог, что ведет за собой повышения требований к качеству обслуживания транспортной инфраструктуры, ее надежности и безопасности. Поддержание состояния железнодорожной инфраструктуры на уровне, отвечающем таким требованиям, возможно путем разработки эффективного и действенного плана технического обслуживания объектов путевого хозяйства. Первым шагом в реализации плана технического обслуживания является прогнозирование будущего состояния железнодорожного пути при помощи экспертных систем.

Согласно концепции развития систем диагностики и мониторинга объектов путевого хозяйства на период до 2025 года [3], основными объектами внимания систем диагностики являются рельсовая дефектоскопия и измерения геометрии рельсовой колеи (ГРК). Из всех элементов верхнего строения пути, геометрия рельсовой колеи наиболее подвержена измене-

ниям и расстройствам. Моделирование изменений параметров ГРК от участка к участку представляет собой сложную задачу, при решении которой необходимо учесть ряд взаимосвязанных факторов (изменение интенсивности движения поездов, погодных условий, состояния земляного полотна и истории ремонтных работ и пр.) и влияние их взаимодействия на общее состояние объекта. Наиболее широко применяются для прогноза изменений ГРК модели, основанные на методах параметрической статистики. В последние годы методы машинного обучения набирают популярность среди исследователей в качестве инструментов прогноза ввиду своей способности обнаруживать закономерности в больших объемах слабоструктурированных данных [1]. К методам машинного обучения, применяемым на транспорте в различных странах мира, относятся искусственные нейронные сети (ИНС), способные обрабатывать массивы больших нелинейных данных и извлекать полезную дополнительную информацию из этих данных [6]. Так, к настоящему моменту исследователями из различных стран были предложены модели ИНС, прогнозирующие изменение геометрии рельсовой колеи на основании различных параметров (грузонапряженность, скорость движения поездов, уклон пути, радиус кривизны пути, уровень, перекосы и пр.).

Искусственные нейронные сети можно подразделить на несколько классов, каждый из которых позволяет получить хорошие результаты при решении определенного класса задач. Сверточные нейронные сети разработаны для распознавания изображений и эффективны при визуальном обнаружении дефектов пути при видеосъемке, рекуррентные нейросети и сети долгой краткосрочной памяти (LSTM-сети) широко используются для анализа временных рядов и секвенций данных [7].

Преимуществом ИНС является возможность сравнительно легко исследовать важность отдельных входных параметров для итогового выходного значения сети, что может позволить добиться наиболее точного прогноза изменения состояния рельсовой колеи при обучении сети.

Добиться требуемой точности прогнозирования для решения задач принятия решений при большом объеме данных позволяют алгоритмы ИНС прямого распространения [4]. Распространенным примером такой сети является многослойный персептрон, представляющий собой гибкую и достаточно универсальную модель. Многослойный персептрон позволяет, при достаточном количестве скрытых слоев и достаточном количестве данных, аппроксимировать функции до любой желаемой степени.

В данном случае ИНС прямого распространения используется для выполнения регрессионной задачи прогнозирования значения индекса предотказного состояния рельсовой колеи. Индекс предотказного состояния разработан в качестве параметра, характеризующего степень расстройства рельсовой колеи, и определяется по результатам статистической обработки ее геометрических параметров по продольному, поперечному и вертикальному направлениям. Чем больше степень расстройства, тем выше



будет значение индекса предотказного состояния. Состояние рельсовой колеи с нулевым индексом считается полностью соответствующим нормативам [2]. При расчете индекса предотказного состояния используются сигнальные файлы геометрических параметров рельсовой колеи, полученные автоматизированными диагностическими средствами и хранящиеся в базе окончательных результатов (БОР). При этом учитываются внешние факторы (индивидуальные особенности конструкции пути и эксплуатации), такие как: грузонапряженность, установленная скорость движения поездов, тип промежуточных рельсовых скреплений и т.д. Итоговый индекс предотказного состояния рельсовой колеи рассчитывается на основе индексов по трем осям: по уровню, в плане и в профиле.

Для повышения точности машинного обучения целесообразно провести прогноз по каждой из трех осей отдельно, построив для каждой из них несложную ИНС прямого распространения. Для прогнозирования итогового индекса предотказного состояния пути модели ИНС по каждой из осей в дальнейшем возможно синтезировать в диагностическую модель более высокого уровня.

В общем виде, модель ИНС прямого распространения можно описать с помощью соотношения:

$$y_j = f(\sum^{wij} x_i + b_j),$$

где  $y$  – выходной сигнал нейросети,  $x$  – входной сигнал, подаваемый на сеть,  $w$  – вес нейронной связи,  $b$  – нейрон смещения,  $f$  – функция активации.

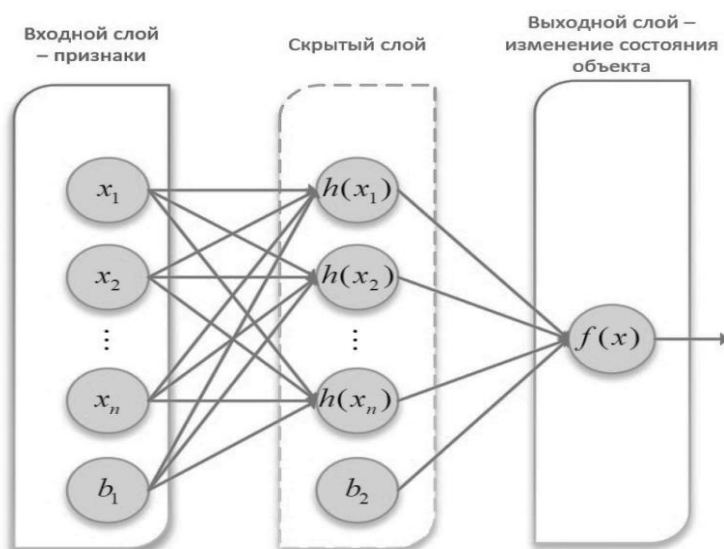


Рис 1. Модель однослойной ИНС прямого распространения

Входными сигналами нейросети  $x_1, \dots, x_n$  могут являться геометрические параметры рельсовой колеи по уровню (в плане, в профиле) на участке пути, полученные автоматизированными диагностическими средствами, выходным сигналом  $f(x)$  – индекс предотказного состояния заданного участка пути по уровню (в плане, в профиле),  $b_1, b_2$  – нейроны смеще-



ния. Нейроны смещения представляют собой особый класс нейронов, не имеющих входных связей (их входные значения всегда равны либо 1, либо -1). Назначение нейронов смещения состоит в обеспечении возможности получения необходимого результата на выходе сети при обучении, за счет смещения графика функции активации нейронов.

При обучении ИНС корректирует веса нейронных связей, сопоставляя входной сигнал выходному с минимальной ошибкой.

$$\sum_{k=1}^n (\tilde{y}_k - F_k(x, w))^2 \rightarrow \min,$$

где  $F_k(x, w)$  – значение выхода нейросети при подаче на ее вход  $k$ -го значения из обучающей выборки,  $\tilde{y}_k$  – целевое значение выхода нейросети для этого значения.

Одним из надежных методов оптимизации весов нейросети является алгоритм Левенберга–Марквардта (ЛМ-алгоритм), являющийся развитием метода градиентного спуска и позволяющий избежать локальных минимумов на поверхности ошибок за счет скорости сходимости второго порядка [8]. В качестве критерия оптимизации выступает среднеквадратическая ошибка модели на обучающей выборке.

$$(H + \lambda I) \delta = J^T E,$$

где  $H$  – матрица Гессе,  $\lambda$  – коэффициент затухания Левенберга,  $I$  – единичная матрица,  $\delta$  – вектор величин изменения весов,  $J^T$  – матрица Якоби,  $E$  – величина ошибки для каждого обучающего вектора.

Исходя из невысокого порядка нелинейности функции  $F_k(x, w)$ , а также рассмотрения матрицы Гессе в малой окрестности минимизирующего вектора  $w$ , для которого значения  $F_k(x, w)$  близки к целевому  $\tilde{y}_k$ , можно аппроксимировать матрицу Гессе следующим образом:

$$H = J^T J,$$

где матрица ошибок Якоби по отношению к весам связей и смещениям имеет вид:

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial E_1}{\partial x_1} & \frac{\partial E_1}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial E_1}{\partial x_n} \\ \frac{\partial E_2}{\partial x_1} & \frac{\partial E_2}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial E_2}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial E_n}{\partial x_1} & \frac{\partial E_n}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial E_n}{\partial x_n} \end{bmatrix}$$

Градиент определяется выражением:

$$g = J^T E$$

Таким образом, ЛМ-алгоритм проводит корректировку смещений и весов нейронных связей согласно зависимости:

$$x_{k+1} = x_k - (J_k^T J_k + \lambda_k I)^{-1} J_k^T E_k$$

Существуют различные способы оценки точности модели ИНС, такие как способы на основе среднеквадратичной ошибки, на основе суммы

квадратов ошибок, на основе коэффициента детерминации, а также на основе средней абсолютной процентной ошибки. В частности, для нейросетевого моделирования с целью прогнозирования изменения технического состояния железнодорожного пути предлагается использовать среднеквадратичную ошибку:

$$MSE = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (m_i - p_i)^2,$$

где  $m_i$  – действительное значение,  $p_i$  – предсказанное значение,  $k$  – количество точек данных.

Искусственные нейронные сети обладают большим потенциалом для исследования динамики изменения состояния ГРК на различных участках пути. В случаях, когда параметры находятся в пределах диапазона обучающих данных, ИНС способна порождать довольно точные гипотезы об изменении состояния ГРК. В противном случае, модуль следует переобучить [9].

Предложенная модель ИНС прямого распространения опирается на ЛМ-алгоритм оптимизации весов сети, способный обеспечить достаточно высокую точность прогнозирования за счет способности метода избегать локальных минимумов на поверхности ошибок [5]. Однако, важно подчеркнуть, что хотя ИНС прямого распространения демонстрируют сравнительно высокую эффективность при обработке зашумленной и неполной информации, для получения достоверных предсказаний необходима тщательная подготовка входных данных и, следовательно, принципиальные изменения в подходе к работе с данными на всех уровнях управления железнодорожным хозяйством.

К настоящему моменту аппарат ИНС зарекомендовал себя как средство интеллектуального анализа больших объемов разнообразных данных в различных отраслях человеческой деятельности. Предложенный подход к нейросетевому моделированию может быть применен для усовершенствования современных информационных транспортных систем благодаря своей способности обеспечить достаточно высокую точность прогнозирования и высокому потенциалу к горизонтальному расширению, что особенно важно при дальнейшей интеграции различных АСУ железнодорожного транспорта в единую управляющую систему на основе технологии Big Data.

#### Список литературы

1. Дружинина О.В., Людаговская М.А. Интеллектуальные методы для разработки и совершенствования информационно-управляющих систем на железнодорожном транспорте // Транспорт: наука, техника, управление. – 2019. – № 8. – С. 3-12.
2. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/456052478?marker> (дата обращения: 15.05.2022)
3. Концепция развития систем диагностики и мониторинга объектов путевого хозяйства на период до 2025 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/420365526> (дата обращения: 15.05.22)

4. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – М.: Диалектика, 2019.
5. Demuth H, Beale M. Neural network toolbox for use with MATLAB-user's guide. MathWorks, 2004.
6. Karlaftis M.G., Vlahogianni E.I. Statistical methods versus neural networks in transportation research: differences, similarities and some insights // Transp. Res. Part C. Emerging Technol. – 2011. – V. 19(3). – P. 387-399.
7. Nakhaee M. C., Hiemstra D., Stoelinga M., Noort M. V. The recent applications of machine learning in rail track maintenance: A survey // Reliability, Safety, and Security of Railway Systems. Modelling, Analysis, Verification, and Certification. Proc of the Third International Conference, RSSRail 2019, Lille, France, June 4-6. S. Collart-Dutilleul, T. Lecomte, A.B. Romanovsky (Eds). – 2019. –P. 91-105.
8. Transtrum M.K., Sethna J.P. Improvements to the Levenberg–Marquardt algorithm for nonlinear least-squares minimization // Journal of Computational Physics. 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://arxiv.org/abs/1201.5885> (дата обращения: 15.05.22)
9. Xie J. , Huang J., Zeng C., Jiang S.-H., Podlich N. Systematic literature review on data-driven models for predictive maintenance of railway track: Implications in geotechnical engineering. geosciences. 2020. 10. 425. 10.3390/geosciences10110425.

# Компьютерные технологии, программирование, информационная безопасность

## РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА КОНТРОЛЯ ОСТАТКОВ ТОВАРА НА СКЛАДЕ

*Артёмов И.А.*

*Научный руководитель – к. физ.-мат. н., доцент Корниенко Д.В.*

*Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина*

*e-mail: tortuga2999@mail.ru*

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены варианты реализации алгоритма контроля остатков в программном продукте «1С: Предприятие». Описание алгоритмов проверки остатка старой и новой методики, представленной на примере типовой конфигурации.

**Ключевые слова:** 1С: Предприятие, алгоритм, старая методика, новая методика.

## IMPLEMENTATION OF THE ALGORITHM FOR CONTROLLING THE REMAINING GOODS IN THE WAREHOUSE

*Artemov I.A.*

*Scientific supervisor – Kornienko D.V.*

**Abstract.** This article discusses options for implementing the algorithm for controlling residues in the 1C: Enterprise software product. Description of algorithms for checking the remainder of the old and new methods, presented on the example of a typical configuration.

**Keywords:** 1C: Enterprise, algorithm, old methodology, new methodology.

Контроль остатков на складах – обычная процедура любой торговой организации. Списание товаров – это процесс, применяемый при инвентаризации товаров. Чтобы, к примеру, продажу товара, не имеющегося в наличии на складе, используется проверка на остаток товара, который не должен быть отрицательным.

Пусть дана некоторая база, в которой ведётся бухгалтерский учёт. Используемая версия программного продукта: 1С: Предприятие 8.3, учебная версия (8.3.8.1933). Данный продукт имеет следующие преимущества:

- простота работы пользователей
- быстрый доступ ко всем структурам
- встроенные конструкторы процедур и справочники, которые значительно упрощают работу программисту
- возможность создания индивидуальных проектов и др.

Задача выглядит следующим образом: написать алгоритм, учитывающий остаток товара на складах организации и не позволяющий продать

несуществующий товар, ссылаясь на данные базы. К примеру, при попытке проведения расходной накладной с товаром «Шланг резиновый» в количестве 10 штук, но с запасом на складе всего 5, программа должна выдавать сообщение пользователю о недостатке товара и не проводить документ (рис. 1).

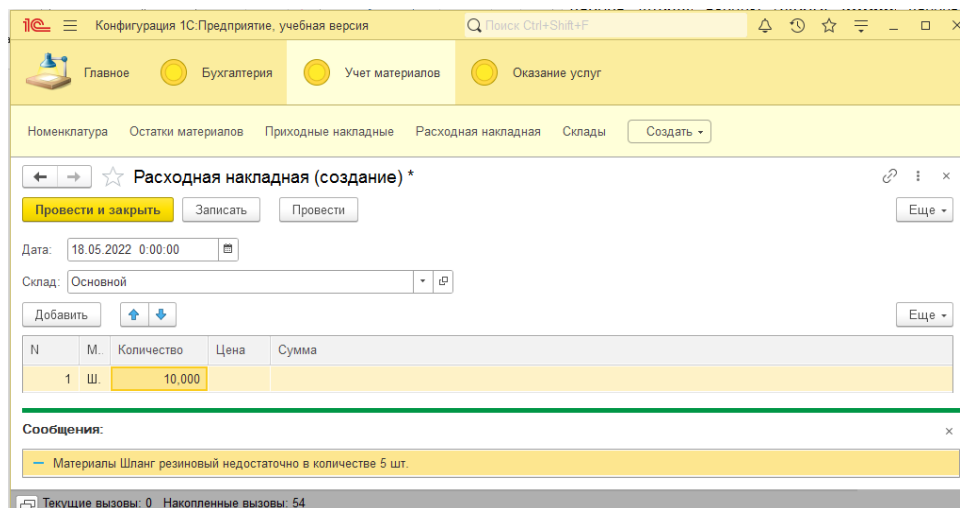


Рис. 1.

Изучим две методики контроля остатков: «старую» и «новую». Продукт «1С: Предприятие» специально разработан для оптимизации задач по управлению компанией и учёту её хозяйства, а также рассмотрим модули объектов «Расходная Накладная» и «Приходная Накладная», движение которых отражается в регистре накопления и реализовано с помощью конструктора движений.

Приведем описание алгоритма контроля остатков «старого» метода — алгоритма, выполняющего проверку товаров в нужном количестве, после которой происходит списывание товара (если выполняется условие его достаточности). При отсутствии или недостатке товара на складе, программа должна выводить пользователю сообщение об ошибке.

Алгоритм, описываемый в модуле объекта документа «Приходная накладная», подразумевает собой первоначальную очистку старых движений регистра (рис. 2).

```
| Процедура ОбработкаПроведения(Отказ, Режим)

//1 Очистка старых регистров
Движения.ОстаткиМатериалов.Очистить();
Движения.ОстаткиМатериалов.Записывать = Истина;
Движения.Записать();
```

Рис. 2.

После этого описывается получение запросом данных документа и остатков регистра (используя левое соединение), ссылаясь на реквизиты документа (рис. 3).

```

Запрос = Новый Запрос;
Запрос.Текст =
"ВЫБРАТЬ
|     Материалы.Материал КАК Материал,
|     СУММА (Материалы.Количество) КАК Количество
|ПОМЕСТИТЬ Материалы
|ИЗ
|     Документ.РасходнаяНакладная.Материалы КАК Материалы
|ГДЕ
|     Материалы.Ссылка = &Ссылка
|СТРУППИРОВАТЬ ПО
|     Материалы.Материал
|ИНДЕКСИРОВАТЬ ПО
|     Материал
|;
|ВЫБРАТЬ
|     Материалы.Материал КАК Материал,
|     ПРЕДСТАВЛЕНИЕССЫЛКИ(Материалы.Материал) КАК МатериалПредставление,
|     Материалы.Количество КАК Количество,
|     ЕСТЬNULL(Остатки.КоличествоОстаток, 0) КАК Остаток
|ИЗ
|     Материалы КАК Материалы
|         ЛЕВОЕ СОЕДИНЕНИЕ РегистрНакопления.ОстаткиМатериалов.Остатки (
|             &МоментВремени,
|             Материал В
|                 (ВЫБРАТЬ
|                     Материалы.Материал КАК Материал
|                     ИЗ
|                         Материалы КАК Материалы) ) КАК Остатки
|         ПО Материалы.Материал = Остатки.Материал";

Запрос.УстановитьПараметр("Ссылка", Ссылка);
Запрос.УстановитьПараметр("МоментВремени", МоментВремени());
РезультатЗапроса = Запрос.Выполнить();

```

Рис. 3.

В конце алгоритм предусматривает проверку на достаточность товаров, в случае ошибки он выводил пользователю сообщение о недостатке (рис. 4).

```

//3
ВыборкаМатериалы = РезультатЗапроса.Выбрать();

Пока ВыборкаМатериалы.Следующий() Цикл
//4
Дефицит = ВыборкаМатериалы.Количество - ВыборкаМатериалы.Остаток;
Если Дефицит>0 Тогда
    Отказ = Истина;
    Сообщение = Новый СообщениеПользователю;
    Сообщение.Текст = "Материалы "+ВыборкаМатериалы.МатериалПредставление+" недостаточно в количестве "
    Сообщение.Сообщить();
КонецЕсли;
//5
Если Отказ Тогда
    Продолжить;

КонецЕсли;
//6
Движение = Движения.ОстаткиМатериалов.ДобавитьРасход();
Движение.Период = Дата;
Движение.Материал = ВыборкаМатериалы.Материал;
Движение.Количество = ВыборкаМатериалы.Количество;
КонецЦикла;

```

Рис. 4.

Рассмотрим контроль остатков «нового» метода. Алгоритм выполнения выглядит несколько иначе. Программа уже на начальной стадии производит списывание товаров, не учитывая их количество. Только после этого выполняется проверка, и как в первом случае выводит сообщение об

ошибки (если товара не хватает на складе) после чего проведённый документ откатывается.

В модуле объекта документа «Расходная Накладная» реализуется запрос на получении данных из аргумента запросом данные документа, ссылаясь на те же реквизиты документа (рис. 5).

```

Процедура ОбработкаПроведения(Отказ, РежимПроведения)

// 1. Получение запросом данных документа
Запрос = Новый Запрос;
Запрос.МенеджерВременныхТаблиц = Новый МенеджерВременныхТаблиц;
Запрос.Текст =
    "ВЫБРАТЬ
    | Материалы.Материал КАК Материал,
    | СУММА(Материалы.Количество) КАК Количество
    | ПОМЕСТИТЬ Материалы
    | ИЗ
    | Документ.РасходнаяНакладная.Материалы КАК Материалы
    | ГДЕ
    | Материалы.Ссылка = &Ссылка
    |
    | СГРУППИРОВАТЬ ПО
    | Материалы.Материал
    |
    | ИНДЕКСИРОВАТЬ ПО
    | Материал
    |
    |
    | ВЫБРАТЬ
    | Материалы.Материал КАК Материал,
    | Материалы.Количество КАК Количество
    | ИЗ
    | Материалы КАК Материалы";
Запрос.УстановитьПараметр("Ссылка", Ссылка);
РезультатЗапроса = Запрос.Выполнить();

```

Рис. 5.

После описывается движение документа – расход регистра и запись движений в базу данных. Сначала проводится подготовка, а именно очищаются старые движения, по результату запроса проводится выборка. Только после этого описывается цикл, который фиксирует движение в регистре, путём фиксации периода, материала, использованного в расходной накладной и обновление его количества на складе (рис. 6).

```

// 2. Формирование движений-расход регистра
Движения.ОстаткиМатериалов.Очистить();
ВыборкаМатериалы = РезультатЗапроса.Выбрать();
Пока ВыборкаМатериалы.Следующий() Цикл
    Движение = Движения.ОстаткиМатериалов.ДобавитьРасход();
    Движение.Период = Дата;
    Движение.Материал = ВыборкаМатериалы.Материал;
    Движение.Количество = ВыборкаМатериалы.Количество;
КонецЦикла;

// 3. Запись движений в БД
Движения.ОстаткиМатериалов.Записывать = Истина;
Движения.Записать();

```

Рис. 6.

Далее на рис. 7 описывается алгоритм запроса, который, в случае недостатка товара, получает отрицательные остатки из регистра, откатывает документ, а после выводит сообщения пользователю.

```

Запрос.Текст =
"ВЫБРАТЬ
| Остатки.Материал КАК Материал,
| ПРЕДСТАВЛЕНИЕССЫЛКИ(Остатки.Материал) КАК МатериалПредставление,
| -Остатки.КоличествоОстаток КАК Дефицит
| ИЗ
| РегистрНакопления.ОстаткиМатериалов.Остатки (
|     &МоментВремени,
|     Материал В
|     (ВЫБРАТЬ
|         Материалы.Материал КАК Материал
|         ИЗ
|             Материалы КАК Материалы) ) КАК Остатки
| ГДЕ
|     Остатки.КоличествоОстаток < 0";

ГраницаКонтроля = Новый Граница(МоментВремени(), ВидГраницы.Включая);
Запрос.УстановитьПараметр("МоментВремени", ГраницаКонтроля);
РезультатЗапроса = Запрос.Выполнить();

```

Рис. 7.

В заключении опишем алгоритм вывода сообщения пользователю об ошибке, а также отказа от проведения документа (рис. 8).

```

если Не РезультатЗапроса.Пустой() Тогда
    Отказ = Истина;
    ВыборкаОшибки = РезультатЗапроса.Выбрать();
    Пока ВыборкаОшибки.Следующий() Цикл
        Сообщение = Новый СообщениеПользователю;
        Сообщение.Текст = "Товара "+ВыборкаОшибки.МатериалПредставление+" недостаточно в количестве "+ВыборкаОшибки.Дефицит;
        Сообщение.Сообщить();
    КонецЦикла;
иначеЕсли;
Процедуры

```

Рис. 8.

Таким образом, мы рассмотрели два алгоритма оптимизации поставленной задачи. Стоит отметить, что каждая методика имеет свои недостатки и преимущества. Например, новую методику рациональнее всего использовать исключительно в тех случаях, когда все необходимые данные содержится в самом документе. Учитывая структуру документа, а именно его реквизиты (например, количество), было бы рациональнее, с точки зрения алгоритма работы и логистики, «старая» методика. Вышеперечисленные алгоритмы контроля остатков товара на складах не совершенны и подлежат дальнейшим доработкам, но служат примером типового решения, а также иллюстрируют механизм работы списания разных методик.

### Список литературы

1. Радченко М.Г., Хрусталева Е.Ю. Численные методы 1С: Предприятие 8.2. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы. ООО «1С-Пабблишинг», 2013. – С. 413-450.



2. Корниенко Д.В. Применение запросов при разработке информационных систем // Сборник материалов III Международной научно-практической конференции «Фундаментально-прикладные проблемы безопасности, живучести, надёжности, устойчивости и эффективности систем», посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.А. Пилюгина. – Елец, 2019. – С. 343-348.

3. Курсы по 1С РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://курсы-по-1с.рф/> (дата обращения: 28.03.2021)

## РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДОКУМЕНТООБОРОТА ФОТОЦЕНТРА

*Денисова А.Р.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. н., доцент Масина О.Н.<sup>2</sup>*

*<sup>1, 2</sup>Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина*

*e-mail: <sup>1</sup>romaly09@mail.ru, <sup>2</sup>olga121@inbox.ru*

**Аннотация.** Рассмотрены основные этапы проектирования автоматизированной информационной системы. Создан прототип системы электронного документооборота фотоцентра. Полученные результаты позволяют увеличить скорость обработки данных, улучшить качество обслуживания и могут быть использованы в работе фотостудий.

**Ключевые слова:** автоматизированная система, электронный документооборот, фотоцентр, MS Access.

## DEVELOPMENT OF THE PHOTO CENTER'S DOCUMENT MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM

*Denisova A.R.*

*Scientific supervisor – Masina O.N.*

**Abstract.** The main stages of designing an automated information system are considered. A prototype of the electronic document management system of the photo center has been created. The obtained results make it possible to increase the speed of data processing, improve the quality of service and can be used in the work of photo studios.

**Keywords:** automated system, electronic document management, photo center, MS Access.

В настоящее время при создании фотографии важным является качество изображения. Особой популярностью пользуются различные фотосалоны, фотостудии, фотоцентры, в которых работают высококвалифицированные специалисты. Фотоцентр – это организация, которая осуществляет оказание широкого спектра фотоуслуг населению, а также создает различные художественные образы.

Для реализации деятельности фотоцентра прежде всего должна быть оснащена необходимым для обработки и печати снимков оборудованием и иметь высокий уровень сервиса. Неудачно проведенная автоматизация и неправильное, неэффективное управление документооборотом может при-

вести к значительным денежным потерям и потере ключевых клиентов. Именно поэтому документооборот является одним из наиболее динамично развивающихся и перспективных сфер использования информационных технологий. В настоящей работе спроектирована автоматизированная система электронного документооборота и создан ее прототип.

Автоматизированная система представляет собой систему методов и способов сбора, поиска, обработки, накопления, хранения, и защиты управленческой информации. Чтобы реализовать структуру конкретной автоматизированной системы, понадобится три компонента: комплекс технических средств, состоящий из средств вычислительной, коммуникационной и организационной техники; система программных средств, состоящая из системного (общего) и прикладного программного обеспечения; система организационно-методического обеспечения, включающая инструктивные и нормативно-методические материалы по организации работы управленческого и технического персонала.

Моделирование бизнес-процессов и обслуживание программного обеспечения фотоцентра выполняется с помощью UML-диаграмм, разработанных в стандартном приложении MS Office Visio. Функциональная модель нужна для описания существующих бизнес-процессов в организации и безукоризненного положения вещей – того, к чему необходимо стремиться [4].

На рис. 1 изображена диаграмма работы информационной системы фотоцентра, которая отображает полный поток входных и выходных данных, которые обрабатываются в информационной системе.

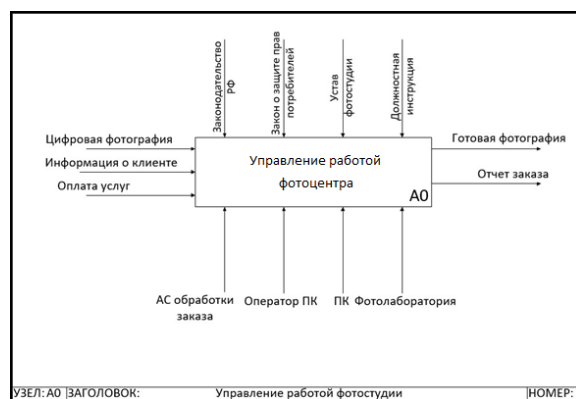


Рис. 1. Контекстная диаграмма информационной системы управления работой фотоцентра

В процессе проектирования автоматизированной системы необходимо более подробно рассмотреть следующие функциональные блоки:

- авторизация пользователя;
- заполнение формы заказа.

На рис. 2 функциональный блок «Авторизация пользователя» декомпозирован по методологии IDEF3 с использованием перекрестков.

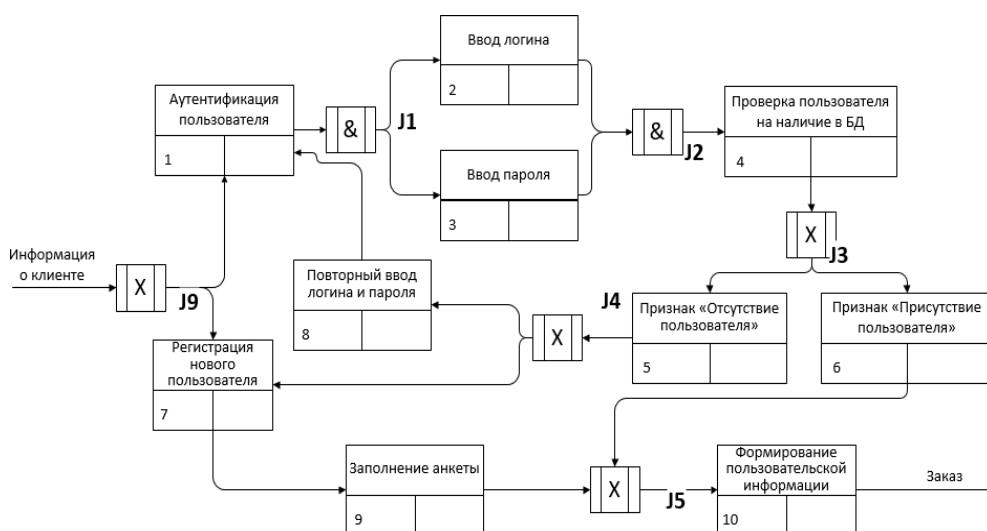


Рис. 2. Диаграмма IDEF3 «Авторизация пользователя в системе»

На рис. 3 функциональный блок «Заполнение формы заказа» также декомпозирован по методологии IDEF3 с использованием перекрестков.

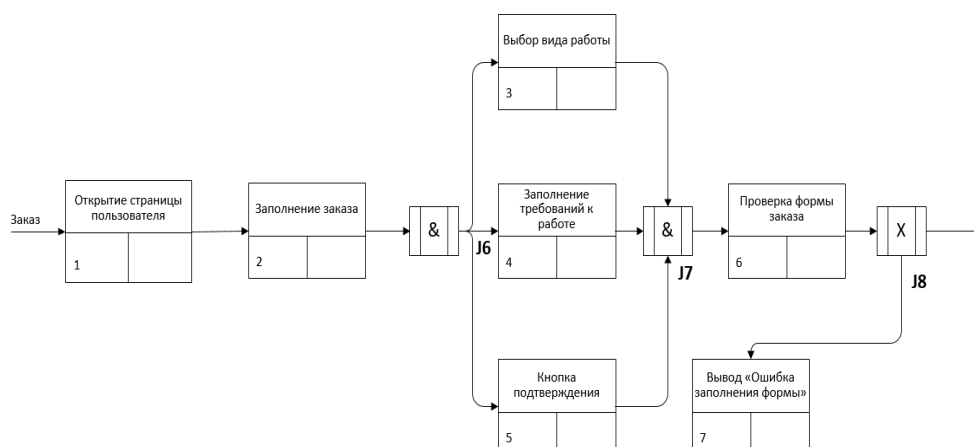


Рис. 3. Диаграмма IDEF3 «Заполнение формы заказа»

В фотоцентре постоянно растет количество приходных и расходных накладных, результатов проведения инвентаризации и других сопутствующих документов. Автоматизация позволяет сократить ручные операции, ускорить обработку информации, повысить точность учета.

Основная цель автоматизированной информационной системы (АИС) состоит в возможности ведения учета выполнения заявок клиентов, накапливать данные об услугах, оказываемых постоянным клиентам, формировать на основе этих данных отчетов о работе производственного отдела [5]. Источниками информации для автоматизированной информационной системы фотоцентра является информация о сотрудниках, фотоуслугах, заказах.

Для разработки АИС фотоцентра удобно использовать систему управления базами данных. В процессе работы с информационной систе-

мой для получения информации из базы данных основным инструментом является построение запросов и, следовательно, основной проблемой технического характера является выбор СУБД [2].

Выделим основные требования, которые будем учитывать при проектировании автоматизированной информационной системы. Во-первых, необходимо учесть возможность масштабирования разрабатываемой АИС. Во-вторых, очень важно, чтобы АИС устанавливалась на компьютеры с различным программным обеспечением, т.е. была платформонезависимая. Также АИС должна использовать решения вида «клиент-сервер» [3].

Для построения эффективно работающей базы данных для контроля документооборота фотоцентра целесообразно использовать Microsoft Access, работающий в режиме клиент-серверного приложения. Разработка базы данных на базе Access является в настоящее время наиболее дешевым решением задачи, не требующем привлечения квалифицированных специалистов для решения сложных задач программирования [1].

Физическая реализация структуры БД проведена в MS Access 2016.

Схема базы данных и экранные формы прототипа представлены на рис. 4-6.

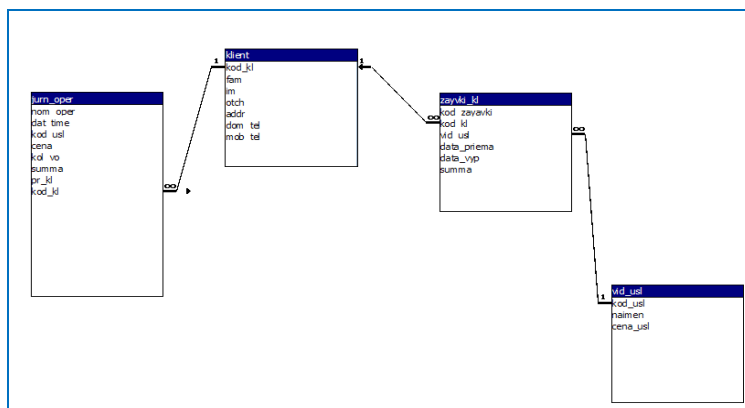


Рис. 4. Схема базы данных фотоцентра

Работа с программным продуктом начинается с главной кнопочной формы (рис. 5), с которой предоставляется доступ к справочникам, формам для ввода оперативной информации и отчетам.

Справочники содержат нормативно-справочную информацию, заполняются один раз, информация в них изменяется редко.

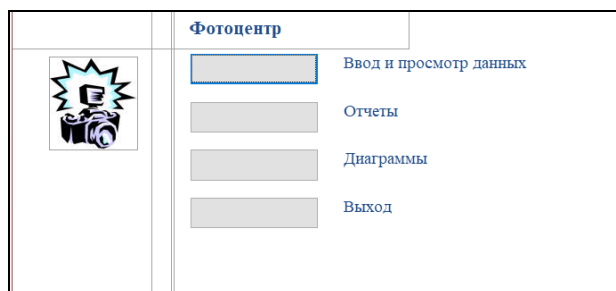


Рис. 5. Начальная кнопочная форма системы

Рис. 6. Форма для ввода данных по операциям (журнал операций)

При заполнении формы пользователь указывает дату операции, выбирает из списка вид услуги и вводит количество (фотографий, копий, заказов). Расчет суммы к оплате считается автоматически.

Для получения данного отчета необходимо задать дату получения отчета. Дата отчета выбирается из списка (рис. 7).

Журнал операций					
Дата заявки - по несдан	Дата заказа	Вид услуг	Количество	Сумма	Наименование
Итого на (2 записей)		2			Печать фотографий с носителя
<b>Общая сумма выручки:</b>					
Январь 2020					
	10.01.2020	2	8,00	40,00	Печать фотографий с носителя
	10.01.2020	4	1,00	20,00	Проявление фотопленки
	10.01.2020	5	1,00	30,00	Фото на паспорт РФ
	10.01.2020	6	20,00	100,00	Фото на загранпаспорт
	11.01.2020	5	1,00	30,00	Фото на паспорт РФ
	12.01.2020	3	5,00	35,00	Печать фотографий с носителя
	13.01.2020	4	4,00	80,00	Проявление фотопленки
	13.01.2020	7	2,00	60,00	Фото на документы
	14.01.2020	8	2,00	40,00	Реставрация фотографий
	14.01.2020	1	20,00	60,00	Печать фотографий с носителя
	14.01.2020	1	30,00	90,00	Печать фотографий с носителя
	26.01.2020	2	10,00	50,00	Печать фотографий с носителя
	26.01.2020	2	20,00	100,00	Печать фотографий с носителя
	26.01.2020	9	15,00	450,00	Художественное фото
Итого на 26.01.2020 (14 записей)		139,00		1 185,00	
<b>Общая сумма выручки:</b>					
Февраль 2020					
	07.02.2020	1	25,00	75,00	Печать фотографий с носителя
	07.02.2020	2	10,00	50,00	Печать фотографий с носителя
	07.02.2020	8	5,00	100,00	Реставрация фотографий
	11.02.2020	4	1,00	20,00	Проявление фотопленки
	11.02.2020	6	2,00	30,00	Фото на загранпаспорт

Рис. 7. Вид суммарного отчета по журналу операций

В результате работы была спроектирована автоматизированная система электронного документооборота и создан ее прототип. Использование данной системы позволит более эффективно вести ежедневный учет работы фотоцентра, снизить случайные ошибки связанных с ручным заполнением форм. Прототип автоматизированной системы электронного документооборота включает в себя базу данных и интерфейсы пользователей, разработанные средствами MS Access'2016. При выполнении работы были использованы MS Word 2016, BPWin 4.0, ERWin 4.0.

Применение компьютерных технологий в настоящее время является неотъемлемой частью управления любым предприятием. Таким образом,

спроектированная автоматизированная информационная система электронного документооборота и база данных позволяют оперативно производить учет документооборота в фотоцентре.

#### Список литературы

1. Близнюк С.П., Нарботоева Н.Т., Сандыбаев Ж.С., Сейтеева М.Д., Урусова И.Р. Работа с базами данных в MS Access 2019: учебно-методическое пособие. – Бишкек: КГЮА, 2020. – 103 с.
2. Волк В.К. Базы данных. Проектирование, программирование, управление и администрирование: учебник. – СПб.: Лань, 2020. – 244 с.
3. Горюнова М.В. Информационные технологии в профессиональной деятельности: учебное пособие. – Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2017. – 88 с.
4. Кара-Ушанов В.Ю. SQL – язык реляционных баз данных: Учебное пособие. – 2-е изд., стер. – М.: Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 156 с.
5. Назарова О.Б., Масленникова О.Е. Разработка реляционных баз данных с использованием CASE-средства // All Fusion Data Modeler: учеб.-метод. пособие. – 3-е изд., стер. – М: ФЛИНТА, 2019. – 73 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ 5G СЕТЕЙ В БИЗНЕСЕ

*Жумарев Н.В.*

*Научный руководитель – к.э.н., доцент Обмачевская С.Н.  
Майкопский государственный технологический университет, г. Майкоп*

**Аннотация.** В статье рассмотрены актуальные методы исследования возможностей применения 5G сетей в бизнесе в условиях цифровизации, которая повышает эффективность бизнеса компаний из разных отраслей экономического пространства, с учетом современных приоритетов.

**Ключевые слова.** 5G, скоростной интернет, бизнес, современные технологии, цифровизация, IoT, b2b, инновационные тенденции.

## EXPLORING THE POSSIBILITIES OF USING 5G NETWORKS IN BUSINESS

*Zhumarev N.V.*

*Scientific supervisor – Obmachevskaya S.N.*

**Abstract.** In the article discusses current methods of researching the possibilities of using 5G networks in business in the context of digitalization, which increases the business efficiency of companies from different sectors of the economic space, taking into account modern priorities.

**Keywords.** 5G, high-speed Internet, business, modern technologies, digitalization, IoT, b2b, innovative trends.

5G – это пятое поколение беспроводных технологий. Такая сеть сможет гарантировать более высокую скорость, меньшую задержку и

большую пропускную способность, чем сети 4G LTE. Это одна из самых быстрых и надежных технологий, которые когда-либо видел мир.

Это означает более быструю загрузку, гораздо меньшее отставание и значительное влияние на то, как мы живем, работаем и играем. Ожидается, что скорость 5G и другие преимущества подключения сделают бизнес более успешным и предоставят потребителям доступ к большему числу информации быстрее, чем когда-либо прежде. Подключенные автомобили, умные стадионы и продвинутые игры – все они будут полагаться на сети 5G.

Как бы мы не использовали наши смартфоны, мы сможем делать это быстрее и лучше, – это короткая суть монолога Яна Фогга из OpenSignal, фирмы по анализу мобильных данных. Но что вправду интересно, так это все новые услуги, которые будут построены, какие мы не можем предвидеть. Вообразите рои дронов, действующих для исполнения поисково-спасательных операций, оценки пожаров, все они связываются по беспроводной связи друг с другом и наземными базисными станциями с помощью 5G.

Наверняка многие думают, что 5G будет иметь решающее значение для автономных транспортных средств, и обязательно внес огромный вклад в улучшение производства. Поддерживая дополненную реальность, лучшую прямую трансляцию, удаленную совместную работу и многое другое, 5G должен помочь дизайнерам воплотить свои видения в жизнь для почитателей в огромном количестве мест.

Чтобы понять 5G, полезно понять, что было до него. В целом, первое поколение мобильных технологий, 1G, было объединено с голосом – право использовать телефон в машине или вдали от дома буквально укоренилась здесь. Происхождение 2G ввело слой коротких сообщений, части которого все еще можно заметить в современных функциях текстовых сообщений. Переход на 3G гарантировал ключевые скорости сети, требуемые для запуска смартфонов. И 4G, с его высокой скоростью передачи данных, дал нам видео с наименьшей буферизацией и породил множество присоединенных устройств и услуг, на которые мы надеемся и которые используем сегодня. сегодня люди начинают испытывать 5G и его преобразующие возможности.

Скорость, которую получит пользователь, будет обуславливаться от того, в какой полосе спектра оператор применяет технологию 5G и сколько ваш оператор инвестировал в новые мачты и передатчики. Таким образом, мы можем наблюдать скопления меньших телефонных мачт ближе к земле, передающих так именуемые «миллиметровые волны» между значительно большим числом передатчиков и приемников. Это позволит увеличить массивность использования. Но это дорого, и компании могут столкнуться с проблемами при развертывании крупного числа новых мачт.

Самые быстрые современные мобильные сети 4G предлагают в среднем около 45 Мбит / с (мегабит в секунду), хотя область все еще наде-

ется достигнуть 1 Гбит / с (гигабит в секунду = 1000 Мбит / с). Производитель чипов Qualcomm считает, что 5G сможет достигнуть быстроты просмотра и загрузки приблизительно в 10-20 раз быстрее в реальных (в отличие от лабораторных) условиях.

5G spectrum доступен в большей емкости, чем 4G spectrum, что, в свою очередь, значит большую вместимость для конечного пользователя, следовательно огромное число устройств может быть подключено на высоких скоростях. Это, в свою очередь, должно делать 5G более надежным, нежели 4G. Чтобы представить это в перспективе, с 4G может быть около 2000 подключенных устройств на 0,38 квадратных миль, в то время как 5G, как ожидается, будет поддерживать до 1 миллиона подключенных устройств на 0,38 квадратных миль [2, с. 32].

Скорость – это неповторимое особенно обсуждаемое преимущество 5G, но оно не единственное, ибо низкая задержка является еще одним значительным фактором, сопряженным с скоростью. Задержка-это то, сколько времени необходимо сети, чтобы откликнуться на запрос, поэтому, когда она высока, то может понадобиться определенное время, чтобы что-то произошло даже при превосходной скорости загрузки. В 4G задержка составляет в среднем около 35-50 мс (миллисекунд), в то время как в 5G она составляет приблизительно половину от текущей и в окончательном итоге достигнет 1 мс, но на деле 4-5 мс.

Чтобы лучше осознать, какую значимость играют миллисекунды, приведем простой пример. Представим, что у нас есть автопилотируемый автомобиль, который синхронизирует свои местоположения с прочими автомобилями через интернет, а также с датчиками, размещенными по трассе. Когда автомобиль движется со скоростью 120 км/ч и внезапно возникает аварийная ситуация, человеку понадобится около 700 мс, чтобы среагировать. За это время автомобиль проедет около 30 метров, что может стоить жизни водителя. В сетях 4G из-за задержки автомобиль проехал бы около 2 метров до принятия решения. Для 5G сетей это расстояние сократилось бы до 10-15 сантиметров. С другой стороны, будут ситуации, когда машины на заводах должны работать синхронно и задержка в несколько миллисекунд будет заметно влиять на качество и время такой работы. О критической важности мобильного интернета в промышленности и бизнесе даже говорить нет смысла.

Развитие сетей пятого поколения станет революцией, при которой сети будут строиться не под потребности человека, а для межмашинного взаимодействия, для обслуживания интернета вещей, считают в «Ростелекоме». Это следует из того, как в принципе развивалась мобильная сеть и как менялись потребности, под которые она подстраивалась.

Цифровизация повышает эффективность бизнеса компаний из разных отраслей. Сети 5G дают целый ряд уникальных возможностей, в числе которых – очень высокая скорость передачи данных, сверхнизкая задержка и надежная защита передаваемых данных. При добавлении к существую-



щим сетевым архитектурам и в сочетании с другими технологиями следующего поколения, такими как Интернет вещей (IoT) и другие возможности от края до края, 5G изменит саму ДНК нашего пользовательского опыта драматическими, захватывающими способами – от розничной торговли до финансовых услуг, транспорта до производства и здравоохранения и за его пределами.

Основная задача каждого бизнесмена – это обучение себя и своей компании ожидаемым возможностям 5G и тому, что они будут означать для них. Как только бизнес-лидеры начинают углубляться в современные методы улучшения их отраслевых приложений и услуг, они осознают преимущества добавления технологий 5G к существующим сетевым архитектурам, которое не только позволит предприятиям модернизироваться – это даст огромный по технологическим меркам скачок их отрасли.

Для наглядности можно привести несколько примеров из различных отраслей экономики.

Медицина и здравоохранение: по мере того как медицинские организации продолжают внедрять инновации и оцифровывать свою деятельность, объем использования и передачи данных продолжает расти. Ожидается, что 5G поможет больницам и другим поставщикам медицинских услуг удовлетворить эти растущие требования и поможет в таких вещах, как быстрая передача больших файлов, расширение телемедицины и использование искусственного интеллекта (ИИ).

Финансовые услуги: технология 5G готова помочь банкам и другим финансовым компаниям предоставлять новые инновационные услуги, такие как носимые технологии, безопасная и мгновенная передача данных или программное обеспечение для финансовых рекомендаций с помощью искусственного интеллекта. Низкая задержка, высокая пропускная способность и надежность будущих сетей помогут создать новую платформу для предоставления услуг – практически везде, где находится клиент.

Розничная торговля: инновационные тенденции и персонализация меняют то, что многие люди ожидают сейчас, входя в магазин или здание, и розничные компании нуждаются в сети, которая может обрабатывать объем данных, необходимых сейчас. Добавление технологии 5G к существующей сетевой архитектуре может помочь создать новые предложения, которые начинают предлагать многие ритейлеры, такие как VR и AR, туристические развлекательные приложения и персонализированные улучшения в индустрии гостеприимства.

Фабрики будущего – умные фабрики – будут заполнены датчиками, каждый из которых будет контролировать различные аспекты рабочей среды. Они также будут оснащены подключенными инструментами, использующими информацию от местоположения до данных акселерометра, чтобы понять, где и как они используются, чтобы направлять работников соответственно. Высокая емкость 5G, гибкость беспроводной связи и произ-

водительность с низкой задержкой делают его естественным выбором для поддержки производителей в этих средах.

Технология 5G потенциально может обеспечить повышенную видимость и контроль над транспортными системами. Низкая задержка, высокая пропускная способность и надежность улучшат то, как перемещаются товары и люди. Ожидается, что после добавления к существующим сетевым архитектурам 5G поможет унифицировать сетевые протоколы, повысить безопасность и надежность, а также обеспечит сквозную связь в наших городах и за их пределами.

Можно также привести примеры и из реальной жизни в сфере бизнеса.

Крупнейшая мировая судостроительная компания Hyundai Heavy Industries ввела с помощью 5G круглосуточный мониторинг на всех своих предприятиях, чтобы постоянно контролировать и координировать в реальном времени производственный процесс и вопросы безопасности. Созданная в компании частная сеть работает менее года, и Hyundai Heavy смогла наполовину сократить отставание от графика и повысить производительность на 40% [3].

Технологии 5G – это перрон для развития всех отраслей индустрии и основа для создания новых многообещающих услуг, которые улучшат качество жизни людей. В первую очередь разработана востребована для цифровизации промышленности: исключительно при наличии личной сети компания сможет выйти на качественно небывалый уровень производства. безусловно 5G даст огромный толчок в научно-техническом прогрессе, но не смотря на все позитивные качества имеется и внушительный минус-это цена освоения новых технологий. прошлые поколения связи в основном работали по модели b2c («бизнес-потребитель»), но 5G от них сильно отличается, в основном это связь b2b («бизнес-бизнес») – для автономных автомобилей, хирургии, промышленности. Впрочем, несмотря на разнообразные абстрактные примеры вероятного использования 5G в коммерческой среде, в действительности во многих из них потребностей со стороны бизнеса пока не отмечается и остаётся очевидным, что технологии 5G станут исключительно для крупных предпринимателей, которые в полной мере смогут воспользоваться всеми преимуществами новых возможностей. Так же не стоит забывать, что с запуском 5G будет иная картина мира, когда главный трафик будут формировать не люди, а машины. Все, что потребляют люди, включая видеостриминг, это будет мизер в совместном размере трафика по сопоставлению с создаваемой гигантской экосистемой устройств. Это очень важно понимать: да, будут более высокие скорости, да, будет очень низкая задержка сигнала, однако значительно важнее, что новому эталону необходимо будет работать с миллиардами устройств IoT, что позволит человеку осуществлять в жизнь многочисленные креативные идеи. Наиболее важным моментом является также то, что с использовани-

ем подобных технологий происходит стремительное повышение и уровня качества жизни населения.

#### Список литературы

1. <https://www.ericsson.com/ru/5g/5g-for-business/5g-for-business-a-2030-market-compass>
2. Тихвинский В.О., Терентьев С.В. «Сети мобильной связи 5G: технологии, архитектура и услуги». 2020 Медиа Паблишер. – С. 20-32, 61-69, 262-284.
3. <https://www.business.att.com/learn/top-voices/what-5g-means-for-business.html#>
4. <https://electronics.howstuffworks.com/5g.htm>

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

*Зайцев А.А.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – ст. преподаватель Арнаутков Е.А.<sup>2</sup>*

*Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец  
e-mail: <sup>1</sup>artem\_zaytsev\_99@list.ru, <sup>2</sup>arnautov@list.ru*

**Аннотация.** Традиционные методы снятия разных характеристик занимают достаточно большое время. Для решения этой проблемы существует специализированные приборы. Автоматизация измерений – применение технических средств, которое не требует участия человека в процессе получения информации. В статье мы рассмотрим создания простого недорогого прибора для снятия вольт-амперной характеристики диодов и стабилитронов.

**Ключевые слова:** автоматизация измерений, ВАХ, Arduino, ЦАП.

## AUTOMATION OF CURRENT AND VOLTAGE MEASUREMENTS IN ELECTRIC CIRCUITS

*Zaitsev A.A.*

*Scientific supervisor – Arnautov A.E.*

**Abstract.** Traditional methods of removing different characteristics take quite a long time. To solve this problem, there are specialized devices. Automation of measurements is the use of technical means that does not require human participation in the process of obtaining information. In the article we will consider the creation of a simple inexpensive device for taking the current-voltage characteristics of diodes and zener diodes.

**Keywords:** automation of measurements, CVC, Arduino, DAC.

Автоматизация измерений – применение технических средств, экономико-математических методов и систем управления, освобождающих человека частично или полностью от непосредственного участия в процессах получения, преобразования, передачи и визуализации измерительной информации.

Традиционный способ получения ВАХ заключается в применении комплекта измерительных приборов (лабораторный блок питания, вольтметр, амперметр) занимает значительное время. Если потребуется измерить ВАХ многих полупроводниковых приборов – это займет не один день. В таких случаях стоит применять узконаправленные приборы. Таким прибором является Харкетриограф Л2-90 [1].



Рис. 1. Харкетриограф Л2-90

Харкетриограф Л2-90 (рис. 1) – прибор для снятия вольт-амперных характеристик предназначен для измерения электрических параметров и визуализации статических параметров различных полупроводниковых диодов, биполярных и полевых транзисторов. Харкетриограф Л2-90 – узконаправленный дорогостоящий прибор. Для бытового применения Л2-90 не целесообразен. Нужен простой в использование и не дорогостоящий прибор. Его можно изготовить на современных микроконтроллерных устройствах. Таким устройством является платформа Arduino.

Алгоритм работы прибора представлен ниже (рис. 2):

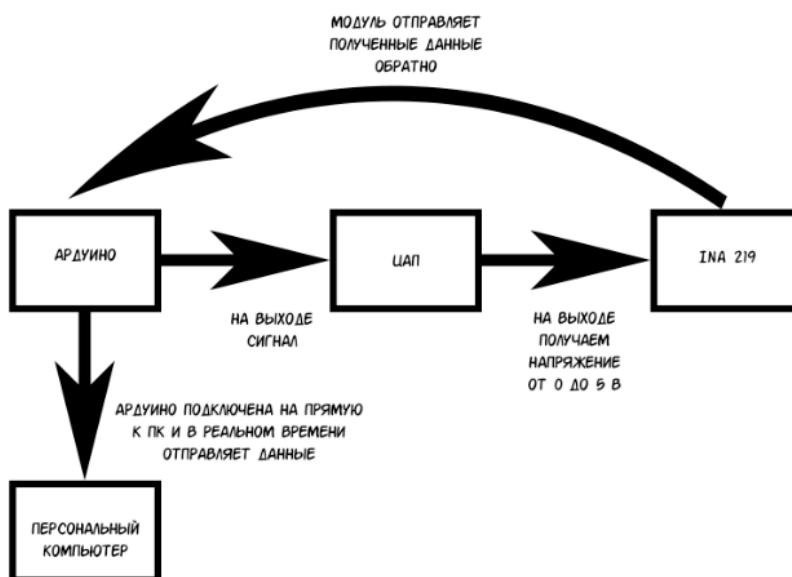


Рис. 2. Алгоритм работы прибора

Моделирование работы ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь) реализовано на основе резистивной матрицы R-2R представленный на рис.3. Подобная матрица способна выдавать напряжения от 0 до 5 В с шагом 0,02 В. Для увеличения точности измерений целесообразно применение внешнего ЦАП, например, МСР4725.

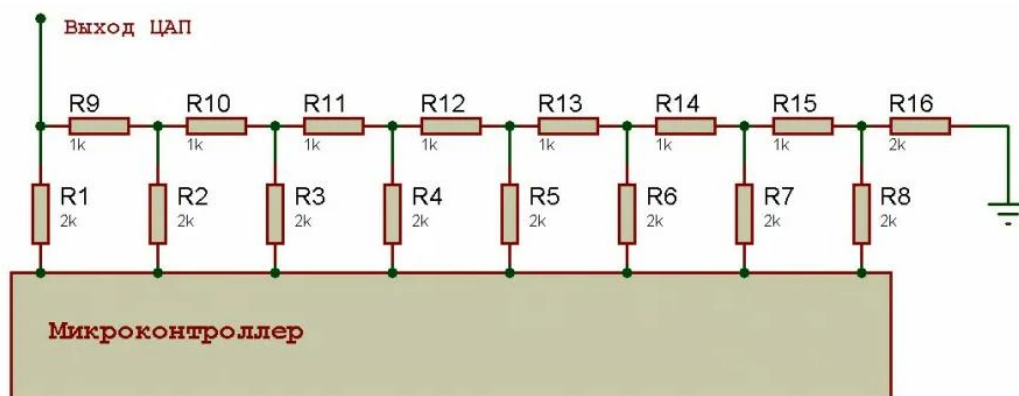


Рис. 3. ЦАП R-2R

Для того чтобы R-2R выдавал требуемые значения на выходе отвечает следующая часть кода:

$PORTB = 1 + (256 * I) / 5$ ; где – I, требуемое напряжение на выходе ЦАП.

После подачи питания на модуль и подключения к ЦАПу можно производить замеры. Однако максимальный ток, который можно получить с портов ввода/вывода Arduino ограничен 160 мА (8 портов \* 20 мА). Для получения более высоких токов необходимо добавить повторитель напряжения на операционном усилителе (ОУ). Для считывания тока требуется модуль тока и напряжения. Таким послужит модуль INA219 (рис. 4).

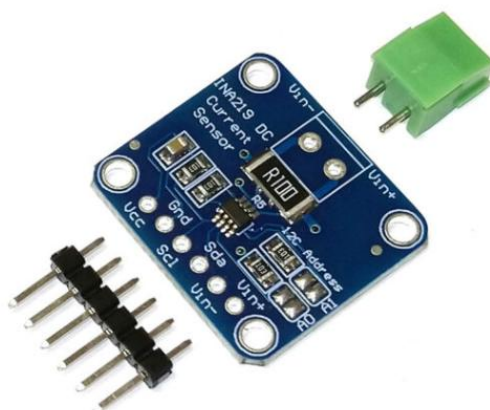


Рис. 4. Модуль тока и напряжения INA219

С помощью модуля INA219 можно одновременно измерить напряжение до 26 В и ток до 3.2 А с высокой точностью. Данный модуль можно

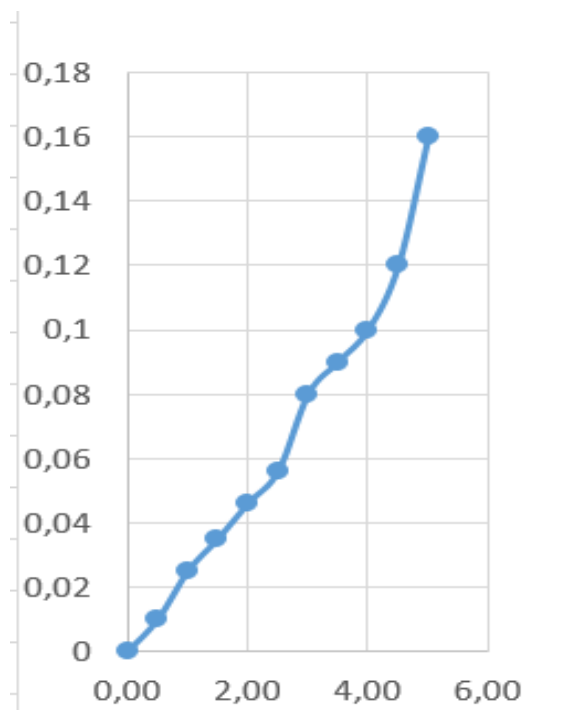
использовать в лабораторном блоке питания, для измерения мощности и во многих других местах.

Технические параметры модуля INA219 [2]:

- Напряжение питания: 3–5 В
- Максимальное измеряемое напряжение: 26 В
- Максимальная измеряемая сила тока: 3.2 А
- Рабочая температура: -40 ... 85° С
- Дрейф в рабочем температурном диапазоне: 100 мкВ
- Разрешение измерителя: 12 бит
- Интерфейс: I2C
- Скорость интерфейса: 3.4 МГц
- Фильтрация: x128 отсчетов.

Для измерения характеристики требуется подключить к модулю измеряемый полупроводниковый прибор. При прямом включении в цепь будет производиться снятие прямой ветви ВАХ, чтобы снять обратную ветвь необходимо поменять полярность включения диода.

После измерения, подключенное Arduino к ПК, создает на нем текстовый файл с данными. С полученными данными можно работать в Excel (или в другой программе, где есть возможность строить графики) в нём можно построить график ВАХ (рис. 5).



*Рис. 5. Полученная ВАХ диода в Excel*

**Заключение.** Разработанный прибор отлично подойдет для бытового применения. Однако он не сможет заменить узконаправленные приборы для автоматизации измерений полупроводниковых приборов (диод, стаби-

литрон и т.д.). Прибор можно модернизировать, добавив к нему: вывод данных на LCD, сохранение данных на SD-карту и многое другое.

#### Список литературы

1. Л2-90 прибор для снятия вольт-амперных характеристик диодов, биполярных и полевых транзисторов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://kipia.info/izmeriteli-rlc/l2-90-pribor-dlya-snyatiya-volt-ampernyih-harakteristik-diiodov-bipolyarnyih-i-polevyih-tranzistorov/> (дата обращения: 09.05.2022).
2. Datasheet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ina219.pdf> (дата обращения: 05.05.2022).

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ТОРГОВЛЕ АКЦИЯМИ

*Зацепин Д.К.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к. физ.-мат. наук Ионова И.В.<sup>2</sup>*

*Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина, г. Рязань  
e-mail: <sup>1</sup>d.zatsepin2012@stud.rsu.edu.ru, <sup>2</sup>i.ionova@365.rsu.edu.ru*

**Аннотация.** В статье рассматривается алгоритм использования машинного обучения для улучшения или создания торговой стратегии управления акциями. Используется периодическое обучение с подкреплением. В качестве примера разработанный алгоритм применяется для истории акций ПАО Сбербанк за 2021 год.

**Ключевые слова:** нейросеть, машинное обучение, периодическое обучение с подкреплением.

## USING MACHINE LEARNING IN STOCK TRADING

*Zatsepin D.K.*

*Scientific supervisor – Ionova I.V.*

**Abstract.** The article discusses the algorithm for using machine learning to improve or create a stock management trading strategy. Repetitive reinforcement learning is used. As an example, the developed algorithm is applied to the history of Sberbank shares for 2021.

**Keywords:** neural network, machine learning, recurrent reinforcement learning.

**Введение.** В мире существует довольно много подходов к финансовой торговле [2, 4]. Один из таких новых подходов заключается в использовании машинного обучения для прогнозирования роста и падения цен акций [1].

В данном исследовании модель торговца активами разработана с использованием нейросети с периодическим обучением с подкреплением (recurrent reinforcement learning) [3]. Основная часть алгоритма заключается в градиентном подъеме, который пытается максимизировать какую-либо целевую функцию. Конечной целевой функцией может быть реализованная или нереализованная прибыль и убыток, но в данном случае, эта

функция будет представлена в виде показателя эффективности инвестиционного портфеля с поправкой на риск, называемый коэффициентом Шарпа [6].

**Основная часть.** Одним из часто используемых показателей в финансовом инжиниринге является коэффициент Шарпа. Для временного ряда доходности инвестиций его можно рассчитать по формуле [6]:

$$S_T = \frac{\text{среднее}(R_t)}{\text{среднеквадратическое отклонение}(R_t)}, t = \overline{1, T},$$

где  $R_t$  – доходность инвестиций за торговый период  $t$ . Интуитивно понятно, что коэффициент Шарпа вознаграждает инвестиционные стратегии, которые полагаются на менее изменчивые тенденции для получения прибыли.

Треjder пытается максимизировать коэффициент Шарпа для данного временного ряда цен. Для этого проекта функция трейдера принимает форму нейрона  $F_t = \tanh(w^T x_t)$ , где параметр  $w \in \mathbb{R}^{M+2}$ ,  $M$  – количество входных данных временного ряда для трейдера,  $x_t = [1, \dots, r_{t-M}, F_{t-1}]$ ,  $r_t = p_t - p_{t-1}$ . Важно заметить, что  $r_t$  – это разница стоимости актива между текущим периодом  $t$  и предыдущим периодом  $t - 1$ . Поэтому  $r_t$  – доходность одной акции, купленной в период  $t - 1$ .

Функция  $F_t \in [-1, 1]$  представляет собой позицию трейдера в период  $t$ . Их существует два типа [4, с. 161]:

- длинная позиция (long position).  $F_t > 0$ . Треjder покупает актив по цене  $p_t$  и надеется, что актив подорожает в период  $t + 1$ .
- короткая позиция (short position).  $F_t < 0$ . Треjder продает актив, которым не владеет по цене  $p_t$  с расчетом на выпуск акций в период  $t + 1$ . Если цена в момент времени  $t + 1$  окажется высокой, то трейдер будет вынужден покупать акции по более высокой цене, чтобы выполнить контракт. Если цена в момент времени  $t + 1$  окажется ниже, то трейдер получает прибыль.

Введем третий тип: нейтральная позиция (neutral position).  $F_t = 0$ . В этом случае результат в момент времени  $t + 1$  не влияет на прибыль трейдера. Не будет ни выигрыша, ни убытка.

Таким образом,  $F_t$  представляет объем активов в период  $t$ . То есть  $n_t = \mu * F_t$  акций покупается (long position) или продается (short position), где  $\mu$  – это максимально возможное число акций в одну транзакцию. Доходность за время  $t$ , учитывая  $F_{t-1}$ , составляет

$$R_t = \mu * (F_{t-1} * r_t - \delta * |F_t - F_{t-1}|),$$

где  $\delta$  – стоимость транзакции в период  $t$ . Если  $F_t = F_{t-1}$  (наши инвестиции за этот период времени не изменились), то штрафа за транзакцию не будет. В противном случае штраф пропорционален разнице принадлежащих трейдеру акций.



Первый член  $(\mu * F_{t-1} * r_t)$  представляет собой доход от инвестиционного решения за период  $t - 1$ . Например, если  $\mu = 10$ , мы решили купить половину от максимально разрешенного ( $F_t = 0.5$ ), и каждая акция увеличилась на  $r_t = 5$  денежных единиц, то этот член будет равен 25 – общая прибыль (без учета штрафов за транзакции, понесенных в период  $t$ ).

Для максимизации коэффициента Шарпа требуется градиентный подъём. Определим целевую функцию (коэффициент Шарпа)  $S_T$  [6], предполагая, что безрисковая ставка равна нулю:

$$S_T = \frac{E[R_t]}{\sqrt{E[(R_t)^2] - (E[R_t])^2}} = \frac{A}{\sqrt{B - A^2}},$$

где  $A = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_t$ ,  $B = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_t)^2$ . Найдем производную от  $S_T$ :

$$\begin{aligned} \frac{dS_T}{dw} &= \frac{1}{dw} * d\left(\frac{A}{\sqrt{B - A^2}}\right) = \frac{dS_T}{dA} * \frac{dA}{dw} + \frac{dS_T}{dB} * \frac{dB}{dw} = \\ &= \sum_{t=1}^T \left( \frac{dS_T}{dA} * \frac{dA}{dR_t} + \frac{dS_T}{dB} * \frac{dB}{dR_t} \right) * \frac{dR_t}{dw} = \\ &= \sum_{t=1}^T \left( \frac{dS_T}{dA} * \frac{dA}{dR_t} + \frac{dS_T}{dB} * \frac{dB}{dR_t} \right) * \left( \frac{dR_t}{dF_t} * \frac{dF_t}{dw} + \frac{dS_T}{dF_{t-1}} * \frac{dF_{t-1}}{dw} \right). \end{aligned}$$

Частные производные функции  $R_t$  равны

$$\begin{aligned} \frac{dR_t}{dF_t} &= \frac{1}{dF_t} * d(\mu * (F_{t-1} * r_t - \delta * |F_t - F_{t-1}|)) = \\ &= \frac{1}{dF_t} * (-\mu * \delta * |F_t - F_{t-1}|) = \begin{cases} -\mu * \delta, & F_t - F_{t-1} > 0 \\ \mu * \delta, & F_t - F_{t-1} < 0 \end{cases} = \\ &= -\mu * \delta * \text{sgn}(F_t - F_{t-1}). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{dR_t}{dF_{t-1}} &= \frac{1}{dF_{t-1}} * d(\mu * (F_{t-1} * r_t - \delta * |F_t - F_{t-1}|)) = \\ &= \mu * r_t - \frac{1}{dF_t} * (-\mu * \delta * |F_t - F_{t-1}|) = \\ &= \begin{cases} \mu * \delta, & F_t - F_{t-1} > 0 \\ -\mu * \delta, & F_t - F_{t-1} < 0 \end{cases} = \mu * r_t + \mu * \delta * \text{sgn}(F_t - F_{t-1}). \end{aligned}$$

Тогда частная производные  $\frac{dF_t}{dw}$  может быть посчитана в виде:

$$\frac{dF_t}{dw} = \frac{1}{dw} * d(\tanh(w^T x_t)) = (1 - (\tanh(w^T x_t))^2) * (x_t + w_{M+2} \frac{dF_{t-1}}{dw}).$$

Важно заметить, что производная  $\frac{dF_t}{dw}$  рекуррентно зависит от всех предыдущих значений. Это предполагает, что для обучения параметров мы должны вести запись  $\frac{dF_t}{dw}$  с начала рассматриваемого временного ряда. Так как исходный источник информации не совсем большой и составляется примерно из несколько тысяч фрагментов, то он не создает непреодолимой вычислительной нагрузки. Альтернативой является использование онлайн-обучения и аппроксимация  $\frac{dF_t}{dw}$ , используя только  $\frac{dF_{t-1}}{dw}$ , что превращает ал-

горитм в стохастический градиентный подъём. Однако выбранный нами подход состоит в том, чтобы вместо этого использовать точные выражения.

После вычисления члена  $\frac{dS_T}{dw}$ , веса обновляются в соответствии с правилом градиентного подъёма  $w_{i+1} = w_i + \alpha * \frac{dS_T}{dw}$ , где  $\alpha$  – коэффициент обучения. Процесс повторяется  $N$  итераций, где  $N$  выбирается, чтобы гарантировать сходимость коэффициента Шарпа.

Протестируем модель, используя данные об акциях ПАО Сбербанк, разбитых на периоды по 6 часов за 2021 год [5]. Для этого примера мы обучим нейросеть на 1000 периодах и будем торговать на следующих 200.

На рис. 1 мы видим, что график результирующего коэффициента Шарпа для каждой эпохи сходится к своему максимуму.

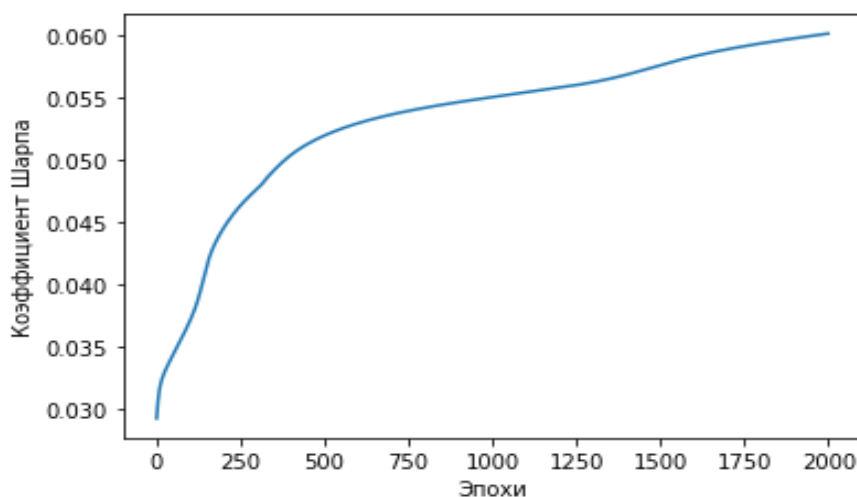


Рис. 1. График коэффициента Шарпа в зависимости от эпохи обучения

Теперь рассмотрим, как модель обработала обучающие данные (рис. 2).

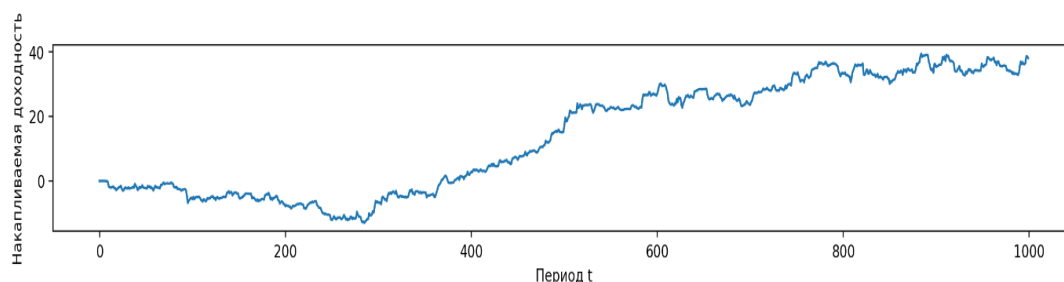
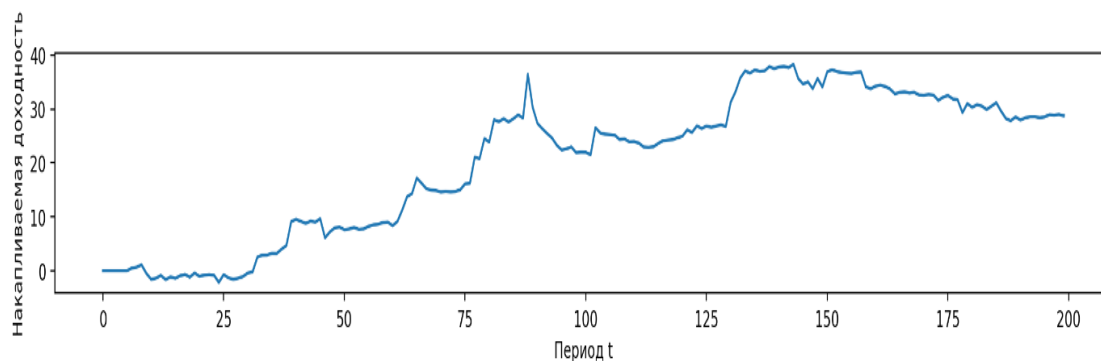


Рис. 2. Доходность на обучающей выборке

Мы видим, что по обучающим данным наша модель обучения с подкреплением показала неплохой результат, повысив наш доход. Давайте посмотрим, как это происходит в течение следующих 200 моментов времени (рис. 3).



*Рис. 3. Доходность на тестовой выборке*

Результат положительный даже на тестовой выборке.

**Заключение.** Основные трудности, связанные с этим подходом, заключаются в том, что некоторые акции не имеют структуры. Нейросеть, обучаемая с подкреплением, не предсказывает резкого падения курса акций и так же уязвима, как и человек. Возможно, было бы более эффективно сочетание механизма прогнозирования таких резких падений и её саму. Другими изменениями в модели могут быть включение объема торгового оборота в качестве характеристики, которая может помочь в прогнозировании взлетов и падений.

Мы планируем дополнить модель, включив в нее фиксированные транзакционные издержки, а также менее частые транзакции. Например, можно создать модель, которая учится на данных за длительный период, но только периодически принимает решение. Это будет отражать случай случайного трейдера, который участвует в сделках меньшего объема с фиксированными транзакционными издержками. Поскольку для мелких инвесторов слишком дорого торговать каждый период с фиксированными транзакционными издержками, модель с периодической торговой стратегией будет более финансово осуществимой для таких пользователей.

#### Список литературы

1. Кораблев А.Ю., Булатов Р.Б. Машинное обучение в бизнесе // АНИ: экономика и управление. – 2018. – Т. 7. – № 2. – С. 68-72.
2. Новицкий П.А. Интернет-трейдинг: возможности и риски // Вестник ГУУ. – 2013. – № 9. – С. 177-181.
3. Саттон Р.С., Барто Э.Дж. Обучение с подкреплением: Введение. – 2-е изд. / Пер. с англ. А.А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 552 с.
4. Татьянников В.А. Рынок ценных бумаг: учебник. – Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 496 с.
5. Экспорт котировок Акции Сбербанка [Электронный ресурс] // Финам: официальный сайт. – Режим доступа: URL: <https://www.finam.ru/profile/moex-akcii/sberbank/export/> (дата обращения 10.05.2022).
6. William F. Sharpe: The Sharpe Ratio // The Journal of Portfolio Management – 1994. – Vol. 21. – № 1.

# ИЗМЕРЕНИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗВУКОВЫХ ТРАКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

*Иванов И.Д.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – ст. преподаватель Арнаутков Е.А.<sup>2</sup>*

*Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец*

*e-mail: <sup>1</sup>mrsidius@yandex.ru, <sup>2</sup>arnautoff@list.ru*

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные программные обеспечения и способ снятия амплитудно-частотной характеристики звуковых трактов с помощью персонального компьютера.

**Ключевые слова:** АЧХ; ARTA Software; звуковые тракты; персональный компьютер; измерения.

## MEASURING THE AMPLITUDE-FREQUENCY CHARACTERISTICS OF SOUND PATHS USING A PERSONAL COMPUTER

*Ivanov I.D.*

*Scientific supervisor – Arnautov A.E.*

**Abstract.** The article discusses the main software and a method for removing the amplitude-frequency characteristics of sound paths using a personal computer.

**Keywords:** frequency response; ARTA software; sound paths; Personal Computer; measurement.

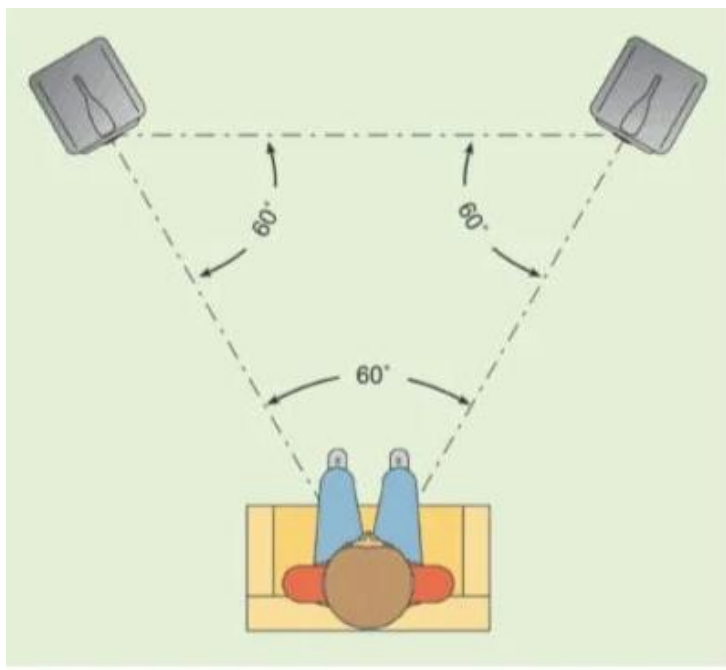
**Введение.** Традиционный метод измерения АЧХ звуковых трактов – подача синусоидального сигнала различной частоты с фиксированной амплитудой и измерение напряжений на выходе устройства. Для реализации этого метода необходимо применение комплекта измерительных приборов – генератор сигналов, мультиметр, осциллограф или частотомер. Проведение измерений и построение графика АЧХ занимает длительное время. Для оценки параметров звуковых устройств можно воспользоваться возможностями звуковой карты персонального компьютера.

Для проведения измерений необходим персональный компьютер, качественный микрофон и специализированное программное обеспечение. Анализ программных продуктов для измерения АЧХ показал, что наибольшую популярность на сегодняшний день имеют следующие программы:

- Visual Analyzer
- Spectra PLUS
- ARTA Software
- Real Time Audio Analyzer

Несмотря на использование разных алгоритмов измерения, результаты, которые показывают вышеперечисленные программы, практически идентичны.

Методику получения АЧХ рассмотрим на примере стандарта измерения частотной характеристики слуховых аппаратов. В этом стандарте измерительный микрофон устанавливается на расстоянии 1 метра от динамиков. Стандартом является измерение АЧХ под углами 30 и 60 градусов по горизонтали, на оси громкоговорителей (рис. 1). Теоретически это указывает на то, как будет вести себя частотная характеристика при перемещении слушателя в пространстве комнаты. Но в реальной ситуации, когда слушатель перемещается в пространстве, все эти меры не имеют особого смысла.



*Рис. 1. Иллюстрация стандарта измерения АЧХ*

Как правило, уши слушателей располагаются выше или ниже оси динамиков. Измерения АЧХ при смещении оси вверх-вниз не делаются, так как такие замеры покажут катастрофические искажения АЧХ практически у любой акустики. Уровни до  $\pm 20$  дБ удобно измерять АЧХ одного динамика, но акустических систем обычно две, а АЧХ двух динамиков сильно отличается от АЧХ одного. Таким образом, расстояние от правого и левого динамиков до ушей слушателя неодинаково. Как показали измерения, уже на 3 кГц разница в расстоянии от левого и правого динамиков всего в 11 см приводит к противофазному звучанию каналов на высоких частотах.

**Основная часть.** Для проведения измерений АЧХ домашней акустической системы воспользуемся программой ARTA Software, которая отличается от всех других подобных программ интуитивно понятным интерфейсом с большим функционалом.

Внешний вид главного окна программы показан на рис. 2.

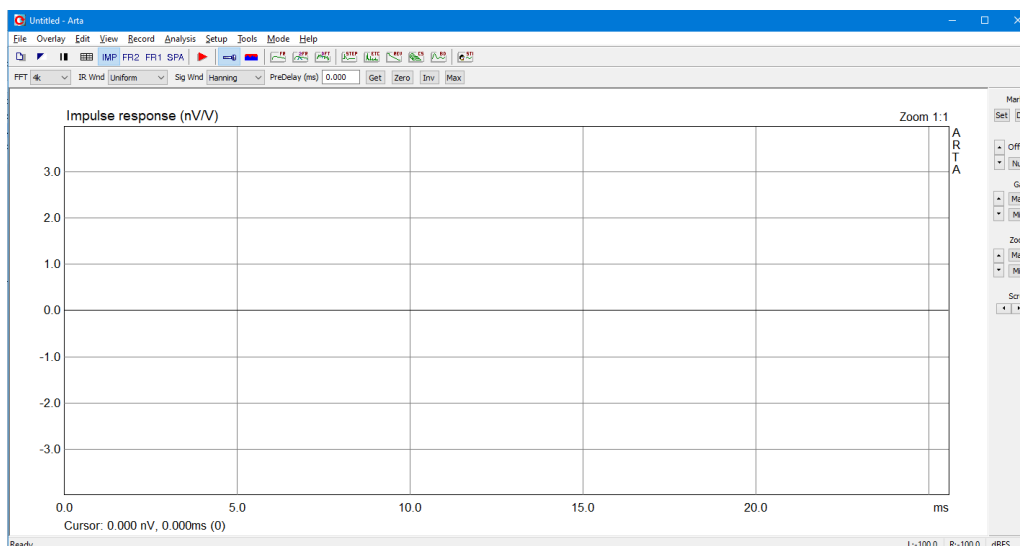


Рис. 2. Главное окно программы ARTA Software

Первый шаг перед проведением измерений – настройка программы, которая производится в меню Настройка / Аудиоустройства (рис. 3).

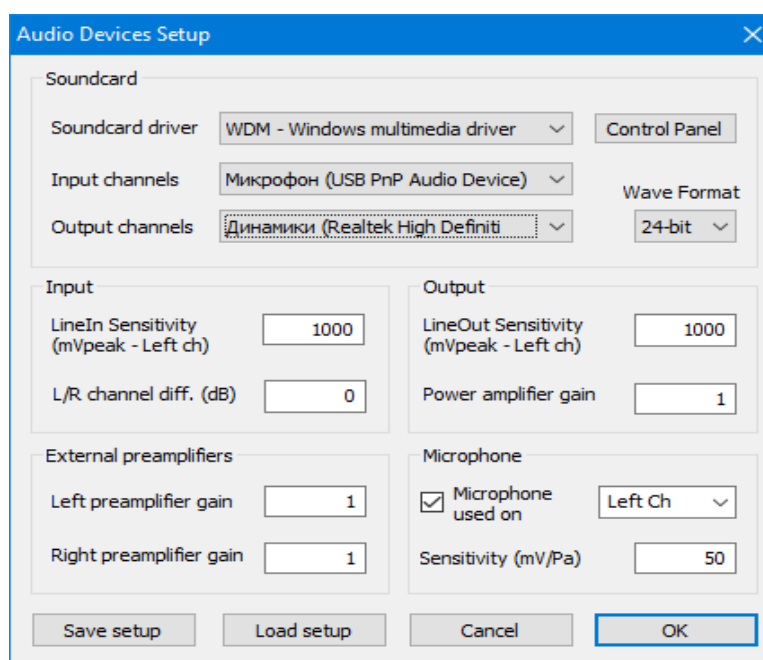


Рис. 3. Окно настройки параметров программы

В полях «Устройство ввода» и «Устройство вывода» указаны микрофон и динамики. В поле Wave Format выбирается разрядность цифровых данных, с которыми работает звуковая карта. Разработчики ARTA Software рекомендуют использовать 24 или 32 бита, но только при условии использования качественной звуковой карты.

Калибровка звуковой карты производится в меню Настройка – Калибровка устройств (рис. 4)

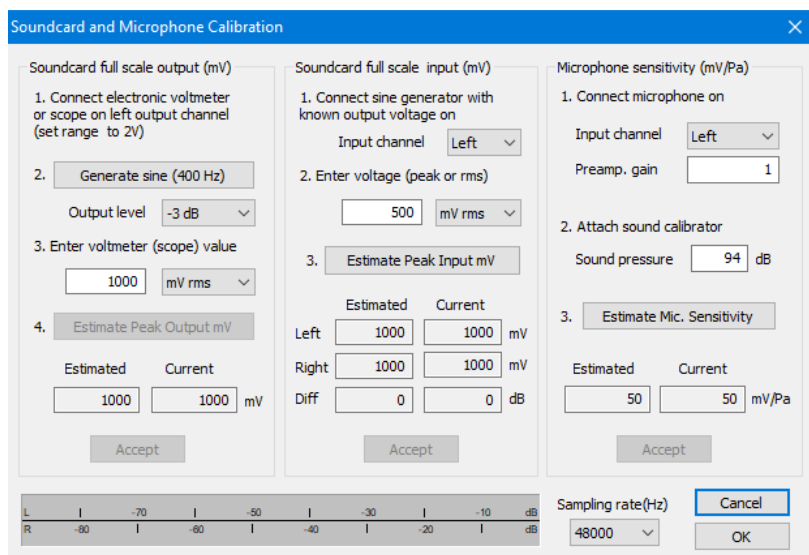


Рис. 4. Окно калибровки звуковой карты

В этом окне необходимо установить напряжение на выходе усилителя.

Для удобства отображения графика необходимо установить диапазон частот, уровень шума в децибелах и сглаживание графика. Диапазон частот выставляется от 20 Гц до 20 кГц, что полностью покрывает весь звуковой диапазон (рис. 5).

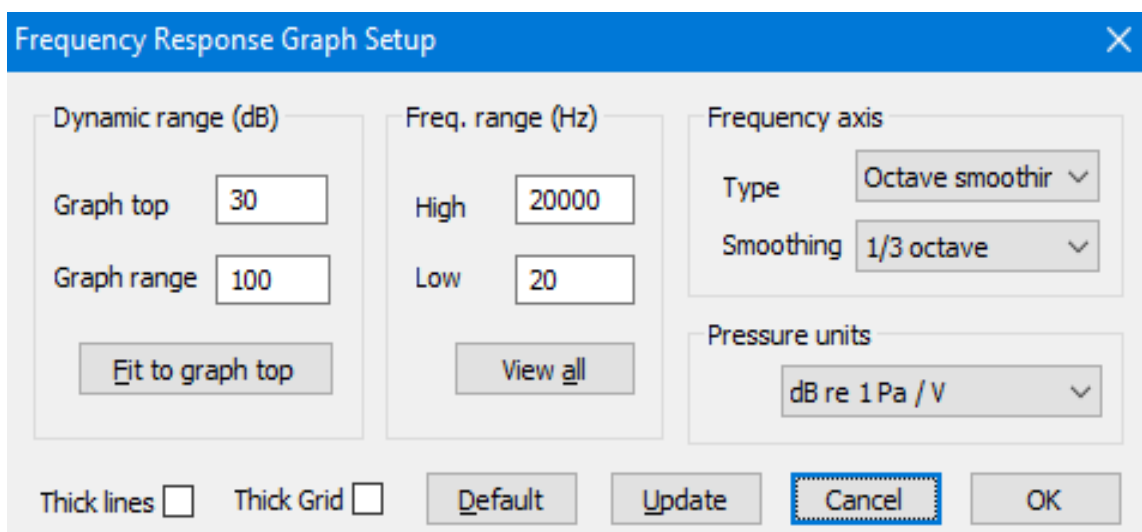


Рис. 5. Окно настройки параметров измерения

Следует запустить наш генератор синусоидального сигнала и согласовать по уровню правый и левый канал (рис. 6). Это необходимо для более точного отображения графика АЧХ нашей аудиосистемы:

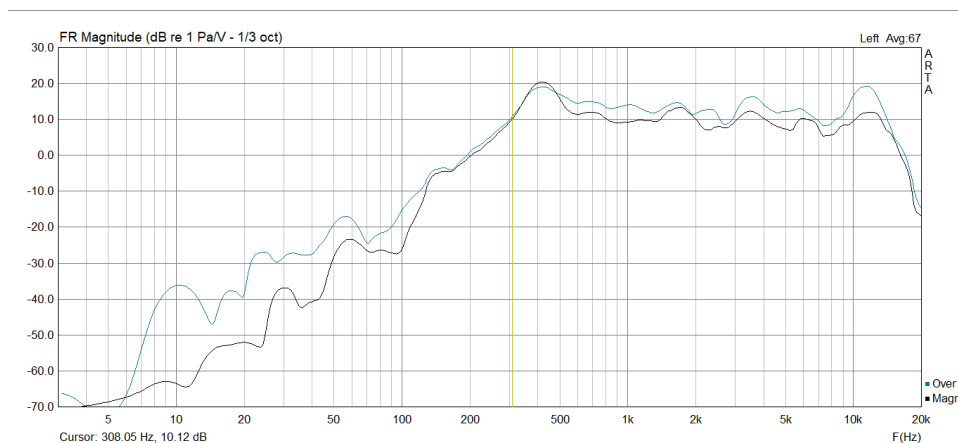


Рис. 6. Согласованные по уровню левый и правый каналы

После согласования по уровню обоих каналов можно использовать звуковую карту для проведения измерений амплитудно-частотных характеристик. АЧХ измеряемой акустической системы, полученная с помощью программы ARTA, представлена на рис. 7.

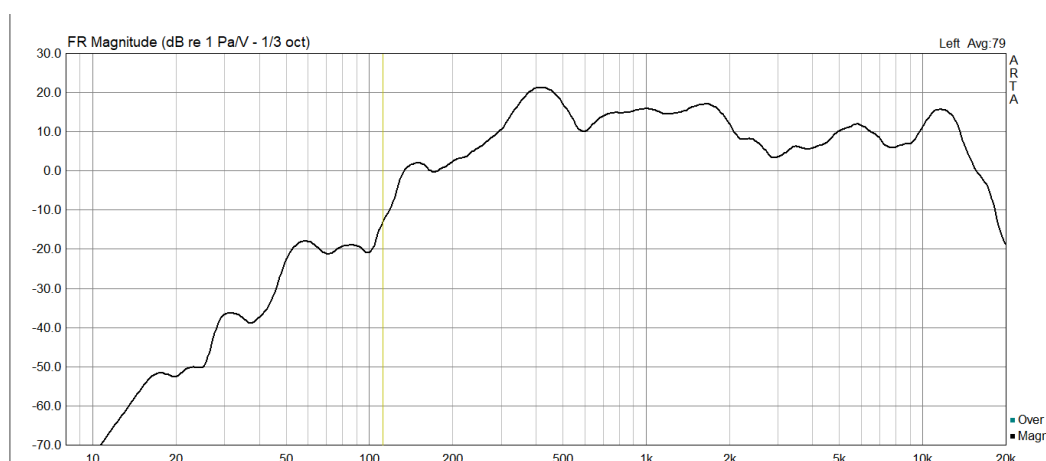


Рис. 7. Полученная АЧХ аудиосистемы

Как видно из графика, АЧХ не линейна, наблюдаются некоторые провалы, например на частоте 2 кГц. Причиной этому может быть противофазное звучание двух каналов, что было описано выше. Для решения этой проблемы целесообразно переместить динамики ближе друг к другу, а также более точнее согласовывать по частоте. Точность измерений зависит от качества микрофона, от планировки помещения и от расположения акустики и микрофона относительно друг друга.

**Заключение.** Таким образом, при помощи любого персонального компьютера можно оценивать амплитудно-частотную характеристику акустических систем, согласовывать по уровню правый и левый канал, а также по частоте, тем самым добиваясь наилучшего звучания без применения дорогостоящей измерительной аппаратуры.



### Список литературы

1. Измеряем амплитудно-частотную характеристику правильно и осмысленно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://audioart.ru/2019/07/22/izmeryaem-achh-pravilno/> (дата обращения 5.05.2022)
2. Методика измерения аудио трактов звуковых карт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.ixbt.com/multimedia/measurement-procedure.shtml> (дата обращения 6.05.2022)
3. Звуковая амплитудно-частотная характеристика акустической системы, чем и как измерять [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://inmu3.ru/AchH-izmerenye-programmy.html> (дата обращения 8.05.2022)

## ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ДЕФИНИЦИЯ ПОНЯТИЯ, ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ВОЗМОЖНЫЕ УГРОЗЫ

*Козлова Д.Р.*

*Научный руководитель – к. филос. н., доцент Козлова Н.Ш.<sup>1</sup>*

*Майкопский государственный технологический университет, г. Майкоп  
e-mail: <sup>1</sup>natali20052001@bk.ru*

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы информационной безопасности, проводится анализ научных источников по теме на основе законодательной базы, приводится дефиниция основных понятий, приводятся аргументы важности данного направления. Цель нашего исследования выявление актуальных вопросов, формулирование понятия рассматриваемой проблемы и предложение решения вопросов обеспечения информационной безопасности. При написании работы использовались такие методы как анализ литературы и нормативно-правовых источников, метод обобщения, метод классификации, аналогия, анализ и проектирование.

**Ключевые слова:** информационная безопасность, угрозы, информационные системы, обеспечение безопасности, защита информации, информационные технологии, технологии, защитные меры.

## INFORMATION SECURITY: DEFINITION CONCEPTS, MAIN FEATURES AND POSSIBLE THREATS

*Kozlova D.R.*

*Scientific supervisor – Kozlova N.Sh.,*

**Abstract.** The article discusses the issues of information security, analyzes scientific sources on the topic on the basis of the legislative framework, provides a definition of the basic concepts, provides arguments for the importance of this direction. The purpose of our research is to identify topical issues, formulate the concept of the problem under consideration and propose solutions to information security issues. When writing the work, such methods as the analysis of literature and regulatory sources, the method of generalization, the method of classification, analogy, analysis and design were used.

**Keywords:** information security, threats, information systems, security, information protection, information technologies, technologies, protective measures.

**Введение.** На протяжении последнего десятилетия наблюдается стремительное развитие сетевых и информационных технологий, которое способствует появлению значимых изменений во всех областях общественной жизни [10], включая сферы деятельности. В процессе исследования проанализированы работы, посвященные проблеме глобального развития информационной безопасности, а также методам обеспечения безопасности.

В статьях Е.А. Борисовой, В.Г. Грибунина, Ю.А. Костяной, А.А. Акулова и других описаны основные особенности разработки КСЗИ, даны сведения, благодаря которым процесс проектирования системы можно представить в виде простого алгоритма. Работы А.Р. Алавердова, А.В. Бесединой, Н.С. Дорониной и других ученых отражают специфику реализации кадровой политики как фактора информационной и экономической безопасности организации.

**Основная часть.** Построение комплексной системы защиты информации должно базироваться на предварительной дефиниции необходимого терминологического фундамента. Минимально значимой единицей исследования является информационная безопасность, так как достижение поставленной цели предполагает деятельность по всестороннему анализу данного вида безопасности на всех уровнях. Следовательно, наиболее целесообразно в первую очередь зафиксировать толкование этого термина как отправной точки дальнейшей работы, однако трудность заключается в разнообразии и вариативности подходов к определению.

В учебном пособии В.Я. Ищейнова приводится следующая трактовка: «Информационная безопасность – состояние системы, при котором она, с одной стороны, способна противостоять дестабилизирующему воздействию внешних и внутренних информационных угроз, а с другой – ее функционирование не создает информационных угроз для элементов самой системы и внешней среды» [8].

М.В. Арсентьев дополняет такое определение, фиксируя информационную безопасность как «процесс снятия информационной неопределенности относительно объективно и субъективно существующих потенциальных и реальных угроз за счет контроля над информационным пространством и наличия возможностей, условий и средств для отражения этих угроз» [4]. Однако такое понимание предполагает появление двух вариантов интерпретации: информационная безопасность как состояние информационной определенности и как процесс приобретения этой определенности. Здесь наблюдается двуплановость подхода.

В работе В.Ю. Статьева информационная безопасность зафиксирована как «защита информации и поддерживающей ее инфраструктуры с помощью совокупности программных, аппаратно-программных средств и методов, а также организационных мер, с целью недопущения причинения вреда владельцам этой информации или поддерживающей ее инфраструктуре» [12]. Предположим, что защита чего-либо – это процесс, а не состоя-

ние, следовательно, можно утверждать, что толкование В.Ю. Статьева более конкретное по сравнению с предыдущим.

В результате исследования приведенных трактовок представляется целесообразным составление классификации вариантов семантического наполнения понятия «информационная безопасность», в основу которой может лечь дифференциальный критерий фундаментального свойства («архисема»). Структурируем следующие группы:

- информационная безопасность как «состояние» среды, личности, предприятия, государства;
- информационная безопасность как «процесс» отказа от неопределенности информационных угроз, реализации мер безопасности, приобретения, сохранения и контроля безопасности;
- информационная безопасность как комбинирование понятий «процесс» и «состояние».

Наиболее полный вариант толкования представлен сторонниками последней группы, поэтому в дальнейшем под информационной безопасностью будет пониматься состояние защищенности организации от вредоносного воздействия различного рода факторов с целью обеспечения «конфиденциальности и целостности информации» [1], а также процесс реализации этой защищенности. Следует отметить, что названный процесс характеризуется «непрерывностью», то есть обеспечение безопасности не может реализовываться с помощью единоразовых мероприятий, так как необходима, во-первых, системность, а, во-вторых, постоянное наблюдение за применяемыми методами и тактиками с целью своевременного обновления.

В Доктрине ИБ РФ под угрозой информационной безопасности понимается «совокупность действий и факторов, создающих опасность нанесения ущерба национальным интересам в информационной сфере» [2]. Представляется возможным опустить пункт про национальные интересы, тем самым расширив границы понятия.

На основании обзора нескольких научных источников возможно выделить основные критерии классифицирования угроз, к которым относятся:

- аспект информационной безопасности («целевая направленность»);
- компонент информационной системы;
- источник опасности;
- способ реализации угрозы (характер воздействия);
- степень осознанности («степень злого умысла»);
- способ воздействия на объект [9, 13].

Следует отметить, что «организация мероприятий по обеспечению информационной безопасности должна основываться на анализе возможных последствий от реализации потенциальных угроз» [9; 14]. Данные последствия делятся на три категории: ущерб материального характера, моральный ущерб и комбинированный (более подробная классификация

представлена в работе А.В. Артемова [5]. Однако выделение самостоятельной группы угроз, основанных на типе последствий, нецелесообразно, так как не указывает на особенности угроз и не отражает их сущности. Образовательное учреждение, в том числе частное, может столкнуться со всеми выше названными типами угроз.

Помимо дефиниции понятия и рассмотрения видов угроз следует кратко представить перечень сведений, необходимых для построения систем безопасности информации. К таким сведениям относится информация об интеллектуальной собственности организации, то есть тех ресурсах, благодаря которым осуществляется деятельность (например, тайна изготовления того или иного продукта, данные анализа рынка и иной интеллектуально-исследовательской деятельности) [13]. В рамках исследования образовательного учреждения такими ресурсами, в первую очередь, являются уникальные методические учебные материалы. Помимо интеллектуальной собственности должны быть определены уязвимости объекта, сведения о структуре, о характеристике программно-аппаратного и технического обеспечения объекта а, следовательно, и о защищаемых ресурсах, а также, о технологии обработки поступающей информации и порядке ее хранения, в соответствии с такими нормативными актами, как Федеральный закон от 22.10.2004 N 125-ФЗ «Об архивном деле в Российской Федерации» [3].

**Заключение.** Таким образом, в статье были рассмотрены и зафиксированы все необходимые понятия, названы основные типы угроз и их классификационные признаки, рассмотрены наиболее часто встречающиеся методы защиты. Выявленные сведения являются твердым фундаментом к дальнейшим научным исследованиям в этом направлении. А также, рассмотренные определения доказывают, что безопасность, вне зависимости от обобщенного значения (будь то процесс, состояние или совокупность) в любом подходе детерминируется своей связью с качествами персонала, что указывает на ее прямую связь с политикой безопасности. Кроме того, представляется возможным выделить единой цели информационной безопасности: формирование и контроль «правильной» политики, стабильных отношений между сотрудниками (трудовых и межсоциальных), которые могли бы обеспечить информационную безопасность и стабильность, проявляющуюся в высокой степени защиты от внешних и внутренних дестабилизирующих факторов, а также развитие и экономический рост организации.

#### Список литературы

1. Российская Федерация. Законы. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : текст с изм. и доп. вступ. в силу с 11.06.2021 : Федеральный закон № 149-ФЗ : [принят Государственной думой 8 июля 2006 года : одобрен Советом Федерации 14 июля 2006 года]. – Москва, 2021. - Доступ из справочно-правовой системы КонсультантПлюс. - Текст: электронный.
2. Российская Федерация. Президент (2018 - ...; В. В. Путин). Об утверждении Доктрины информационной безопасности Российской Федерации: Указ Президента РФ

от 05.12.2016 № 646. – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.

3. Российская Федерация. Законы. Об архивном деле в Российской Федерации: текст с изм. и доп. вступ. в силу с 30.04.2020 : Федеральный закон № 125-ФЗ : [принят Государственной думой 1 октября 2004 года : одобрен Советом Федерации 13 октября 2004 года]. – Москва, 2021. – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.

4. Арсентьев М.В. К вопросу о понятии «Информационной безопасности» // Информационное общество. – 1997. – № 4. – С. 48-50.

5. Артемов А.В. Информационная безопасность: учебное пособие. – Орел: МА-БИБ, 2014. – 51 с.

6. Блинов А.М. Информационная безопасность: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 96 с.

7. Борисова Е.А., Майский Р.А. Основные принципы защиты информации при построении КСЗИ и их характеристика. – Текст: электронный // Символ науки. – 2016. – № 11-3. – С. 37-38. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnyeprintsipy-zaschity-informatsii-pri-postroenii-kszi-i-ih-harakteristika> (дата обращения: 19.03.2022).

8. Ищейнов В.Я. Информационная безопасность и защита информации: учебное пособие. – Москва: Директ-Медиа, 2020. – 271 с.

9. Куринных Д.Ю., Айдинян А.Р., Цветкова О.Л. Подход к кластеризации угроз информационной безопасности предприятий. – Текст: электронный // ИВД. – 2018. – № 48. – С. 91-98. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhod-k-klasterizatsii-ugroz-informatsionnoy-bezopasnosti-predpriyatiy> (дата обращения: 01.04.2022).

10. Козлова Н.Ш., Довгаль В.А. Кибербезопасность и информационная безопасность: сходства и отличия [Электронный ресурс] // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2021. – № 3 (286). – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kiberbezopasnost-i-informatsionnaya-bezopasnost-shodstva-i-otlichiya> (дата обращения: 11.04.2022).

11. Овсяницкая Л.Ю., Подповетная Ю.В., Подповетный А.Д. Пути решения проблем обеспечения информационной безопасности малого бизнеса [Электронный ресурс] // Управление в современных системах. – 2017. – № 3 (14). – С. 19-25. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-resheniya-problem-obespecheniya-informatsionnoy-bezopasnosti-malogo-biznesa> (дата обращения: 20.03.2022).

12. Статьяев В.Ю., Тиньков В.А. Информационная безопасность распределенных информационных систем // Информационное общество. – 1997. – № 1. – С. 68-71.

13. Сухарев А.Я., Сухарева А.Я., Крутских В.Е. Большой юридический словарь. – Москва: ИНФРА-М, 2007. – 858 с.

14. Цветкова О.Л., Заслонов С.А. Имитационное моделирование зависимости информационной безопасности организации от области деятельности [Электронный ресурс] // Вестник ДГТУ. – 2017. – Т. 17. – № 4. – С. 116-121. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.23947/1992-5980-2017-17-4-116-121> (дата обращения: 18.03.2022).

# ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРЕСТУПНОСТИ

*Коленников С.В.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – заведующий кафедрой информационной безопасности, к.т.н., доцент, Чундышко В.Ю.<sup>2</sup>*

*Майкопский государственный технологический университет, г. Майкоп  
e-mail: <sup>1</sup>kolennikovs@mail.ru, <sup>2</sup>vu\_chundyshko@mkgtu.ru*

**Аннотация.** Проведено комплексное научное исследование состояния, тенденций и характерных черт преступлений в сфере безопасности компьютерной информации.

**Ключевые слова:** Информационная безопасность, компьютерная преступность, информация, кибератака, обеспечение безопасности, ответственность совершения преступления, опасность, предотвращение, рейтинг.

## TRENDS IN COMPUTER CRIME

*Kolennikov S.V.*

*Scientific supervisor – Chundyshko V.Y.*

**Abstract.** A comprehensive scientific study of the state, trends and characteristics of crimes in the field of computer information security has been conducted.

**Keywords:** information security, computer crime, information, cyberattack, security, crime responsibility, danger, prevention, rating.

**Предмет.** Современный этап развития общества характеризуется возрастающей ролью информационной сферы, представляющей собой совокупность информации, информационной инфраструктуры, субъектов, осуществляющих сбор, формирование, распространение и использование информации, а также системы регулирования возникающих при этом общественных отношений. Информационная сфера, являясь системообразующим фактором жизни общества, активно влияет на состояние политической, экономической, оборонной и других составляющих безопасности, к примеру, Российской Федерации. Национальная безопасность Российской Федерации существенным образом зависит от обеспечения информационной безопасности, и в ходе технического прогресса эта зависимость будет возрастать.

**Цели исследования.** Комплексное научное исследование состояния, тенденций, характерных черт преступлений в сфере компьютерной информации.

**Методология.** Методологической основой исследования послужили общенаучные методы познания, а также частно-научные методы: историко-правовой, формально-логический, статистический.

**Основная часть.** Киберпреступность – противоправные действия, которые осуществляются личностями, использующими информационно-телекоммуникационные технологии, компьютеры и компьютерные сети

для несанкционированного доступа, хищения информации, её модификации или устранения [4].

Проблемы информационной безопасности постоянно усугубляется процессами проникновения практически во все сферы деятельности общества технических средств обработки и передачи данных и, прежде всего вычислительных систем. Это дает основание поставить проблему компьютерного права, одним из основных аспектов которой являются так называемые компьютерные посягательства. Об актуальности проблемы свидетельствует обширный перечень возможных способов компьютерных преступлений.

Объектами посягательств могут быть сами технические средства (компьютеры и периферия) как материальные объекты, программное обеспечение и базы данных, для которых технические средства являются окружением.

В этом смысле компьютер может выступать и как предмет посягательств, и как инструмент. Если разделять два последних понятия, то термин компьютерное преступление как юридическая категория не имеет особого смысла. Если компьютер – только объект посягательства, то квалификация правонарушения может быть произведена по существующим нормам права. Если же – только инструмент, то достаточен только такой признак, как «применение технических средств». В частности, к этой ситуации относится факт хищения машинной информации. Если хищение информации связано с потерей материальных и финансовых ценностей, то этот факт можно квалифицировать как преступление. Также если с данным фактом связываются нарушения интересов национальной безопасности, авторства, то уголовная ответственность прямо предусмотрена в соответствии с законами РФ.

Преступные группы и сообщества начинают активно использовать в своей деятельности новейшие достижения науки и техники. Для достижения корыстных целей преступники все чаще применяют системный подход для планирования своих действий, создают системы конспирации и скрытой связи, используют современные технологии и специальную технику, в том числе и всевозможные компьютерные устройства и новые информационно-обрабатывающие технологии [3].

*Отчеты по проведению киберпреступности в сети Интернет за 2021 год.*

В 2021 году в России зарегистрировано около 518 тыс. киберпреступлений, что на 1,4% больше, чем годом ранее, но сразу в 1,8 раза превосходит показатель 2019 года. Об этом свидетельствуют данные компании RTM Group, которая проводила оценку на основе возбужденных уголовных дел, связанных с использованием информационных технологий.

В частности, количество заявлений о мошенничестве (хищение с обманом жертвы) выросло на 5,1%, превысив 249 тыс. Однако количество заявлений о возбуждении уголовных дел в связи с компьютерными преступлениями со взломом сократилось на 10,6%, до 157 тыс. Около четверти преступлений было связано с другими составами, в том числе незаконной организацией и проведением азартных игр. Эксперты оценили ущерб России от действий хакеров в 150 млрд. рублей по итогам 2021 года [5].

За отчетный период с 2020 по 2021 год решения «Лаборатории Касперского» отразили 687 861 449 атак, которые проводились с интернет-ресурсов, размещенных в разных странах мира. При этом 89,9% от общего количества этих ресурсов были расположены всего в 10 странах [2].

Ниже будет представлена диаграмма, показывающая из каких стран, была проведена кибератака.

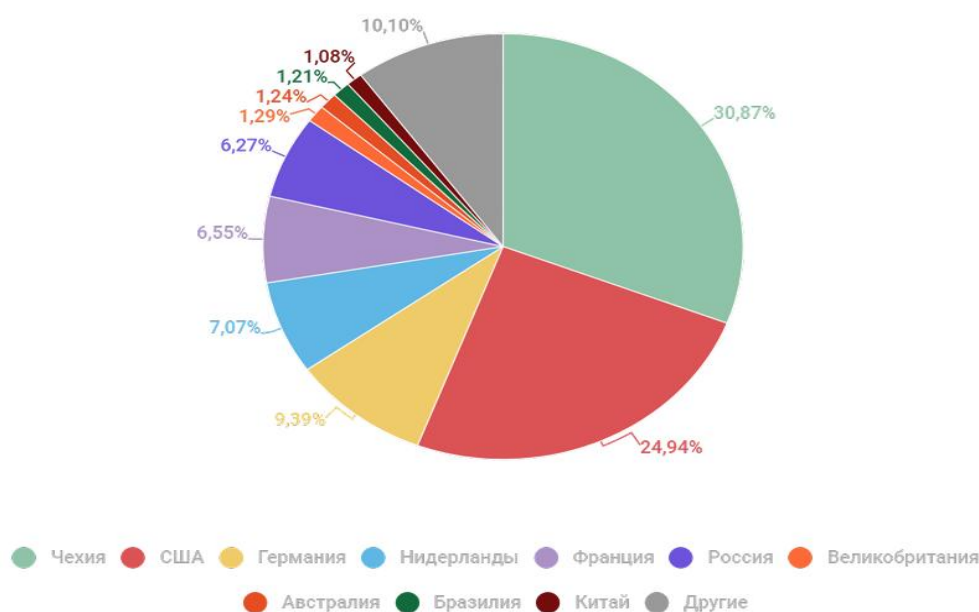


Рис. 1. Диаграмма стран-источников веб-атак

В традиционном годовом отчете по киберугрозам — Kaspersky Security Bulletin 2021 можно посмотреть рейтинги и отчетности по количеству проведения кибератак за весь год. Эксперты анализировали с помощью этого отчета степень риска заражения, которому подвергаются уникальные пользователи в сети-Интернет по всему миру.

Аналитики составили рейтинг стран, в которых пользователи подвергались нападению со стороны злоумышленников, лидером которого по итогам 2021 года стала Беларусь: 27,98% уникальных интернет-пользователей в стране подвергались веб-атакам [2].



Таблица 1.

## Рейтинг самых опасных для интернет-серфинга стран на 2021 год

Место	Страна	% уникальных пользователей
1	Беларусь	27,98
2	Тунис	27,82
3	Алжир	23,76
4	Украина	23,70
5	Молдавия	23,49
6	Латвия	20,95
7	Казахстан	20,64
8	Сирия	20,32
9	Узбекистан	19,77
10	Марокко	18,87
11	Катар	18,69
12	Ливия	18,46
13	Монголия	18,36
14	Палестина	18,08
15	Сербия	17,99
16	Греция	17,73
17	Саудовская Аравия	17,57
18	Франция	17,51
19	Непал	17,41
20	Шри-Ланка	17,30

За отчетный период с 2020 по 2021 год веб-антивирус «Лаборатории Касперского» выявил 64 559 357 уникальных вредоносных программ и 114 525 734 уникальных вредоносных URL, на которых происходило срабатывание веб-антивируса. На основе собранных данных выделили 20 вредоносных программ, наиболее активно распространившиеся в интернете посредством онлайн-атак на пользователей. Таким образом, за отчетный период, доля рекламных программ и их компонентов составила 91% от общего количества срабатываний веб-антивируса на компьютерах пользователей [2].

Ниже будет представлена таблица 2 с рейтингом программ, которые использовали злоумышленники для совершения неправомерных действий.

Таблица 2.

## Рейтинг наиболее активных вредоносных программ

Место	Название	%
1	Malicious URL	64,13
2	Trojan.Script.Generic	5,79
3	Trojan.BAT.Miner.gen	5,52
4	Trojan.Script.Miner.gen	5,51
5	Trojan.Multi.Preqw.gen	3,73
6	Trojan.Script.Agent.dc	2,59
7	Hoax.HTML.FraudLoad.m	1,60
8	Trojan.PDF.Badur.gen	1,23

9	Trojan-Downloader.Script.Generic	0,95
10	Backdoor.HTTP.TeviRat.gen	0,41
11	Exploit.MSOffice.CVE-2017-11882.gen	0,38
12	DangerousObject.Multi.Generic0	0,37
13	Trojan-Downloader.JS.Agent.oms	0,35
14	Trojan-PSW.Script.Generic	0,34
15	Exploit.Win32.CVE-2011-3402.a	0,26
16	Exploit.Script.CVE-2021-26855.e	0,17
17	Trojan.MSOffice.SAgent.gen	0,16
18	Hoax.Script.FakeTechnicalSupport.gen	0,16
19	Trojan-Downloader.MSOffice.SLoad.gen	0,14
20	Trojan.Script.Agent.gen	0,14

### *Способы защиты информации*

Согласно Федеральному закону от 27.07.2006 N 149-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» защита информации представляет собой принятие правовых, организационных и технических мер, направленных на:

1) обеспечение защиты информации от неправомерного доступа, уничтожения, модифицирования, блокирования, копирования, предоставления, распространения, а также от иных неправомерных действий в отношении такой информации;

2) соблюдение конфиденциальности информации ограниченного доступа;

3) реализацию права на доступ к информации.

Чтобы защититься от вредоносного ПО или несанкционированного доступа, можно порекомендовать следующие способы решения данной проблемы:

– нужно владеть актуальной информацией. То есть, стоит узнать о таком термине, как социальный инжиниринг. Если узнать все тонкости, то вероятность того, что Вы попадетесь на уловки с опасным письмом или ссылкой, будет стремиться к минимуму;

– также следует проверять источники, откуда было прислано письмо. Если это будет подозрительная ссылка, то я бы не рекомендовал нажимать на ссылку или скачивать файл или программу, которую Вам могут предлагать;

– можно навести курсор на ссылку, в последствии чего высветится домен, которому она принадлежит. Злоумышленники могут маскировать свой домен под официальный, но он будет немного отличаться, так как совпадений в доменах быть не может.

Также может помочь многозвенная или многослойная защита, которая представляет из себя несколько дополняющих друг друга средств защиты.

Примером многослойной защиты могут быть:

– Двухфакторная аутентификация – это когда помимо введения логина и пароля, также может приходить специальный код на номер телефона или почту.

– VPN-сеть – это виртуальная сеть, которая настраивается поверх исходной сети, с помощью которой обеспечивается анонимность в сети-Интернет.

– Антивирусные программы – программные средства, которые в реальном времени проверяют Ваш компьютер на наличие вирусов, недоброжелательного ПО или шпионских программ. Также, например, в данных программах может присутствовать способность установить на браузер расширение, которое будет подсказывать, есть ли на сайте, на который Вы собираетесь войти, вирусы или любого рода недоброжелательные файлы.

На предприятиях также настраиваются сетевые экраны, устанавливаются антивирусы и подключение к серверу по локальной сети обеспечивается введением логина и пароля.

Если у Вас есть свой сайт, то его нужно обезопасить, установив специальные сертификаты для обеспечения безопасного соединения по протоколу HTTPS. Примером такого сертификата может служить SSL (Secure Socket Layer), который можно подразделить на разновидности:

– Сертификаты начального уровня с проверкой домена Domain Validation (DV).

– Сертификаты бизнес-класса с проверкой организации Organization Validation (OV) или Company Validation (CV)

– Сертификаты с расширенной проверкой Extended Validation (EV)

#### Список литературы

1. <https://plusworld.ru/daily/cat-security-and-id/issledovateli-mcafee-nazvali-4-sposoba-zashhity-ot-kiberatak/>
2. [https://go.kaspersky.com/rs/802-IJN-240/images/KSB\\_statistics\\_2021\\_rus.pdf](https://go.kaspersky.com/rs/802-IJN-240/images/KSB_statistics_2021_rus.pdf)
3. [https://studopedia.ru/2\\_82028\\_sposobi-soversheniya-kompyuternih-prestupleniy.html](https://studopedia.ru/2_82028_sposobi-soversheniya-kompyuternih-prestupleniy.html)
4. <https://bit.ly/3FA0cPX>
5. <https://clck.ru/UqYBG>

## УСКОРЕНИЕ UL-РАЗЛОЖЕНИЯ МАТРИЦ БОЛЬШИХ РАЗМЕРОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ CUDA

*Тарасов Д.В.<sup>1</sup>, Симонов А.В.<sup>2</sup>*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, доцент Цыганова Ю.В.<sup>3</sup>*

*Ульяновский государственный университет, г. Ульяновск*

*e-mail: <sup>1</sup>DVtarasov404@gmail.com, <sup>2</sup>Podorojnick228@mail.ru,  
<sup>3</sup>jvt.ulsu@gmail.com*

**Аннотация.** В работе решена задача ускорения вычислений в алгоритме UL-разложения квадратных матриц больших размеров с помощью технологии параллельных вычислений на графических ускорителях CUDA. Разработана новая модификация базового алгоритма UL-разложения и его программная реализация на языке C++. Проведены численные эксперименты на матрицах больших размеров. Результаты экспери-

ментов показали, что время вычислений в зависимости от порядка матрицы значительно уменьшилось по сравнению со стандартной, последовательной реализацией алгоритма.

**Ключевые слова:** UL-разложение; метод гауссова исключения; параллельные вычисления; CUDA.

## ACCELERATION OF THE UL-DECOMPOSITION OF LARGE-SCALE MATRICES USING CUDA PARALLEL COMPUTING TECHNOLOGY

*Tarasov D.V., Simonov A.V.*

*Scientific supervisor – Tsyganova Yu.V.*

**Abstract.** The paper addresses the problem of accelerating computations of the UL-decomposition of large-scale square matrices using the CUDA parallel computing technology for graphics accelerators. A new modification of the basic UL decomposition algorithm and its software implementation in C++ has been developed. Numerical experiments were carried out on large-scale matrices. The results of numerical experiments have shown that the computation time depending on the order of the matrix, has reduced significantly compared to the one for the standard sequential implementation of the algorithm.

**Keywords:** UL decomposition; Gauss elimination method; parallel computing; CUDA.

**Введение.** Несмотря на рост вычислительных возможностей современных компьютерных систем, время вычислений остается неизменным ввиду увеличения масштаба задач, в том числе задач, сводящихся к решению систем линейных уравнений (СЛАУ), одним из широко известных методов которых является решение при помощи LU-разложения квадратной матрицы [1, 2]. Алгоритм разложения основан на методе гауссова исключения, выполняется последовательно, и для матриц больших размеров требует значительных временных затрат. Ускорить вычисления возможно, если выполнять их в параллельном режиме. Технологии распараллеливания вычислений позволяют значительно уменьшить время вычислений и получить результат максимально быстро, что крайне важно при решении задач реального времени [3].

Целью данной работы является решение задачи ускорения UL-разложения квадратных матриц больших размеров (до нескольких тысяч строк и столбцов) путем модификации стандартного алгоритма с помощью технологии параллельных вычислений CUDA.

**Параллельная реализация UL-разложения.** Рассмотрим в качестве базового алгоритма последовательную реализацию UL-разложения квадратной матрицы. Данный алгоритм отличается от широко известного LU-разложения тем, что вычисления производятся справа налево и снизу вверх в обратном порядке, т. е. начинаются с последней строки и последнего столбца обратной матрицы. В результате проведенной факторизации исходная квадратная  $A$  представлена произведением двух треугольных матриц:  $U$  (верхняя правая треугольная матрица) и  $L$  (нижняя левая тре-

угольная матрица с единицами на диагонали). Алгоритмом UL-разложения запишем следующим образом:

```

Для  $i = n - 1$  до 0
  Для  $j = i - 1$  до 0
     $A_{ij} = A_{ij} / A_{ii}$ 
  Для  $j = i - 1$  до 0
    Для  $k = i - 1$  до 0
       $A_{jk} = A_{jk} - (A_{ik} \cdot A_{ji})$ 

```

Алгоритм имеет асимптотическую сложность  $O(n^3/3)$ . Можно заметить, что типовые операции выполняются для множества значений матрицы  $A$  последовательно. В данной работе с целью ускорения вычислений мы предлагаем новую модификацию алгоритма с использованием технологии параллельных вычислений CUDA.

CUDA (от англ. *Compute Unified Device Architecture*) – программно-аппаратная архитектура параллельных вычислений, которая позволяет существенно увеличить вычислительную производительность благодаря использованию графических процессоров фирмы Nvidia. CUDA SDK (Software Development Kit) позволяет программистам реализовывать на специальных упрощенных диалектах языков программирования Си, C++ и Фортран алгоритмы, выполнимые на графических и тензорных процессорах Nvidia. Архитектура CUDA дает разработчику возможность по своему усмотрению организовывать доступ к набору инструкций графического или тензорного ускорителя и управлять его памятью. Функции, ускоренные при помощи технологии CUDA, можно вызывать из различных языков, в том числе C++, Python, MATLAB [4-7].

Разработаем модификацию стандартного алгоритма UL-разложения с использованием технологии параллельных вычислений:

```

Расчет числа потоков на сетке  $x, y$ 
Расчет размера сетки блоков  $x, y$ 
Для  $i = n - 1$  до 0
  Вызов ядра
   $k$  = номер потока на  $y$  сетке блока
   $j$  = номер потока на  $x$  сетке блока
  если  $j < i$ 
     $A_{ij} = A_{ij} / A_{ii}$ 
  синхронизация потоков
  если  $k < i$  и  $j < i$ 
     $A_{jk} = A_{jk} - (A_{ik} \cdot A_{ji})$ 
  синхронизация потоков

```

Разработаем программную реализацию двух алгоритмов на языке C++.

**Алгоритм 1 (стандартный).**

```

void UL_Factorization()
{

```

```

        for (int i = N - 1; i >= 0; i--)
        {
            MainVecNorm(i);
            for (int j = i - 1; j >= 0; j--)
            {
                SubVecNorm(i, j);
            }
        }
    }
void MainVecNorm(int i)
{
    for (int j = i - 1; j >= 0; j--)
    {
        A[i][j] /= A[i][i];
    }
}
void SubVecNorm(int i, int j)
{
    for (int k = i - 1; k >= 0; k--)
    {
        A[j][k] -= (A[i][k]*A[j][i]);
    }
}

```

**Алгоритм 2 (параллельный с использованием CUDA).**

```

__global__ void d_VecNorm(float* A,int i, int N)
{
    int k = blockIdx.y * blockDim.y + threadIdx.y;
    int j = blockIdx.x * blockDim.x + threadIdx.x;
    if (j < i)
    {
        A[IDX(i, j, N)] /= A[IDX(i, i, N)];
    }
    __syncthreads();
    if (k < i && j < i)
    {
        A[IDX(j, k, N)] -= (A[IDX(i, k, N)] * A[IDX(j, i,
N)]);
    }
    __syncthreads();
}
#define IDX(i,j,N) (((i)*(N))+(j))
void UL_Factorization()
{
    dim3 threadsPerBlock(32, 32);
    dim3 numBlocks(N / threadsPerBlock.x + 1, N /
threadsPerBlock.y + 1);
    for (int i = N - 1; i >= 0; i--)
    {
        d_VecNorm <<< numBlocks, threadsPerBlock >>> (dev-
Matrix,i, N);
    }
}

```

Индексация по матрице происходит косвенно с помощью макроса:

```

#define IDX(i,j,N) (((i)*(N))+(j))

```

Такая индексация применяется для более высокой скорости работы с линейной памятью.

С целью подтверждения на практике преимущества предложенной программной реализации были проведены численные эксперименты, направленные на выявление зависимости затраченного времени выполнения алгоритма UL-разложения в миллисекундах от размеров факторизуемой квадратной матрицы. Вычисления выполнены на процессоре Ryzen 5 3600 и на видеокарте Nvidia GeForce RTX 2060.

План экспериментов следующий. Матрица заполняется случайными числами с помощью генератора случайных чисел XorShift из специализированной библиотеки Curand [8]. Сначала происходит инициализация исполняющих потоков видеокарты случайными стартовыми значениями, после чего параллельно, на всех этих потоках, начинает работать сам алгоритм генерации случайных чисел. В качестве Seed-а начальных значений использовалось текущее время системы. При подсчете времени вычисления не учитывалось время заполнения матрицы случайными числами. Затем выполняется UL-разложение матрицы двумя алгоритмами: стандартным и параллельным.

На рис. 1 приведены графики зависимости времени вычислений от размера матрицы для стандартного алгоритма и алгоритма с использованием технологии CUDA. Видно, что алгоритм, использующий технологию CUDA, обладает существенно меньшей сложностью по сравнению со стандартной реализацией, что на практике доказывает значительное преимущество предложенного решения.

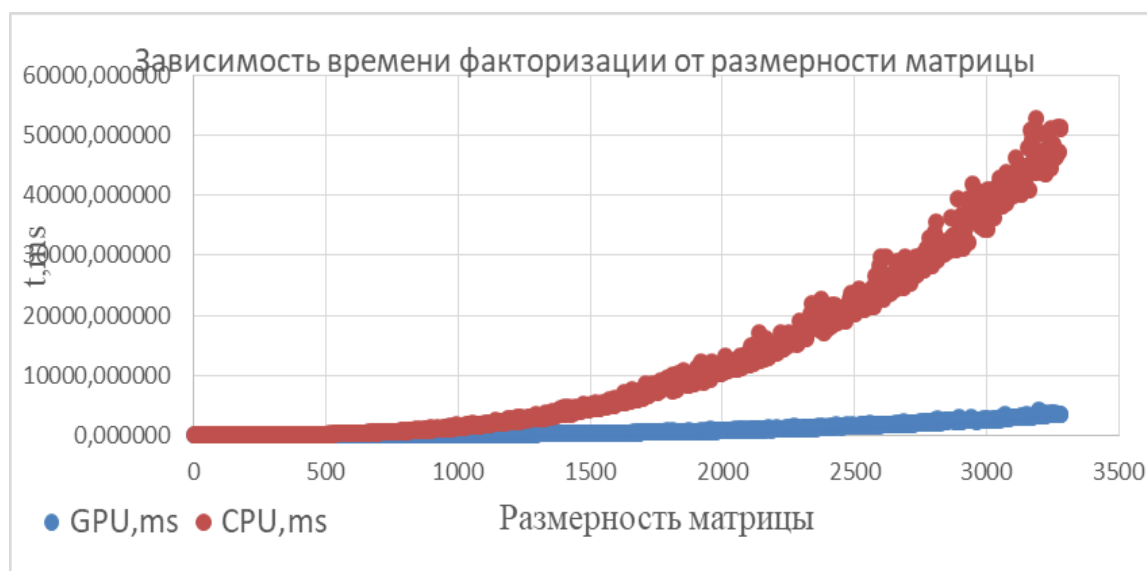


Рис. 1. График зависимости времени UL-разложения от размерности матрицы

**Заключение.** Подводя итоги проведенного исследования, можно сделать вывод о том, что применение технологии распараллеливания вычислений для существующих алгоритмов, перенос их выполнения на спе-

специализированные архитектуры, позволяет добиться повышения производительности при решении специальных классов задач, в которых требуется обрабатывать большие данные максимально быстро. Реализация программного кода с применением CUDA является эффективной информационной технологией, которая способствует значительной экономии времени расчетов, и, следовательно, позволяет ускорить общее время решения поставленной задачи. Результаты работы в дальнейшем будут использованы для разработки эффективной программной реализации алгоритмов решения СЛАУ и вычисления обратной матрицы.

#### Список литературы

1. Семушин И.В. Вычислительные методы алгебры и оценивания: учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2011.
2. Семушин И.В., Цыганова Ю.В., Афанасова А.И. Методы вычислений с использованием МАТЛАБ: учебно-методическое пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2014.
3. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
4. Cuda Toolkit Documentation. Способы реализации замера времени выполнения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://docs.nvidia.com/cuda/cuda-c-best-practices-guide/index.html#timing> (дата обращения: 12.04.2022).
5. Cuda Toolkit Documentation. Иерархия памяти на графических ускорителях Nvidia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://docs.nvidia.com/cuda/cuda-c-programming-guide/index.html#memory-hierarchy> (дата обращения: 12.04.2022).
6. Cuda Toolkit Documentation. Методы написания кода совместимого с архитектурой Тьюринг графических ускорителей. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://docs.nvidia.com/cuda/turing-compatibility-guide/index.html> (дата обращения: 12.04.2022).
7. Cuda Toolkit Documentation. Оптимизация кода под архитектуру Тьюринг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://docs.nvidia.com/cuda/turing-tuning-guide/index.html> (дата обращения: 12.04.2022).
8. Cuda Toolkit Documentation. Описание работы библиотеки Curand [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://docs.nvidia.com/cuda/curand/device-api-overview.html#bit-generation-1> (дата обращения: 12.04.2022).



# ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАНИИ

*Акимов С.В.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к.п.н., доцент Карпачева И.А.<sup>2</sup>*

*Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец  
e-mail: <sup>1</sup>peleng8@inbox.ru , <sup>2</sup>ikar1979@yandex.ru*

**Аннотация.** В статье рассмотрены характеристики виртуальной и дополненной реальностей, акцентировано внимание на потенциале их использования в образовании. Перечислены проблемы и перспективы применения технологий виртуальной и дополненной реальности в образовании.

**Ключевые слова:** информационная образовательная среда, технологии виртуальной реальности, технологии дополненной реальности.

## PROBLEMS AND PROSPECTS OF USING AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY TECHNOLOGIES IN EDUCATION

*Akimov S.V.*

*Scientific supervisor – Karpacheva I.A.*

**Abstract.** The article examines the characteristics of virtual and augmented realities, focuses on the potential of their use in education. The problems and prospects of using virtual and augmented reality technologies in education are listed.

**Keywords:** information educational environment, virtual reality technologies, augmented reality technologies.

Еще совсем недавно казалось, что виртуальная и дополненная реальность – это научная фантастика. Но в связи с развитием технологий данная область перестала выглядеть научной фантастикой, и все сильнее проникает во все сферы нашей жизни, не исключая образования. В последние годы в педагогическом лексиконе активно используется понятие информационная образовательная среда, определяемое как «система инструментальных средств и ресурсов, обеспечивающих условия для реализации образовательной деятельности на основе информационных компьютерных технологий» [2, с. 2], как «многоаспектная целостная, социально-психологическая реальность, обеспечивающая совокупность необходимых психолого-педагогических условий, современных технологий и программно-

методических средств обучения, построенных на основе современных информационных технологий» [4, с. 17].

К числу таких средств относят образовательные сайты и порталы, специализированные сайты (например, для разработки и применения автоматизированных тестов), онлайн-тренажеры и пр. В качестве инновационных технологий обучения в условиях ИОС в настоящее время выступают технологии дополненной и виртуальной реальности (AR и VR). Цель их использования – «расширение физического пространства жизни человека объектами, созданными с помощью цифровых устройств и программ, и имеющими характер изображения» [1]. Следует заметить, что существует несколько видов «реальностей»: полная, виртуальная, дополненная и смешанная [7].

Смешанная реальность (MR) предполагает дополнение реального мира пользователя виртуальными объектами, моделирующими настоящие и предоставляющая возможность взаимодействия с ними. Различия между дополненной и виртуальной реальностью определяются по таким признакам как глубина погружения в виртуальный мир, реальность объектов изучения и характер пользователя и применяемой технологии.

Дополненная реальность, в модели смешанной, находится ближе к реальному миру, а виртуальная является его противоположностью. Дополненная реальность (от англ. augmented reality – «расширенная реальность») – это среда, которая дополняет реальный физический мир цифровыми объектами. Это достигается с помощью технических средств и программного обеспечения.

Виртуальная реальность – это виртуальный мир, куда пользователь может погрузиться с помощью технических средств, двигаться и взаимодействовать в ней. Таким образом, в дополненной реальности цифровые объекты проецируются на реальный физический мир, а виртуальная реальность – полностью цифровой мир; виртуальная реальность «конструирует полностью цифровой мир... ограничивая доступ пользователя к реальному миру, а дополненная реальность лишь добавляет элементы цифрового мира в реальный, видоизменяя пространство вокруг пользователя» [11, с. 89]. Технологии виртуальной реальности реализуются с помощью специальных средств и устройств: основные – шлемы и очки, совмещенные с компьютером (Oculus Rift, HTC Vive) или смартфоном (Samsung Gear VR); автономно работающие шлемы (Oculus Go, HTC Vive Focus); специализированные комнаты VR; современные смартфоны, умные очки (Google Glass, Hololens) и интерактивные стенды [6].

Педагогическая общественность осознает, что данные технологии будут активно развиваться, что их использование будет способствовать большей открытости образования, в большей степени позволит индивидуализировать обучение. Вместе с тем, цифровизация образования в целом и использование технологий дополненной и виртуальной реальности в образовании, в частности, вызывают дискуссии. Одной из причин неприятия

данных технологий в школе связано с их не разработанностью с дидактической точки зрения. Такая ситуация складывается потому, что коммерческие организации быстрее приспосабливаются к изменениям, чем школы, на это влияет слабо развитая ИТ–инфраструктура.

Однако несмотря на отсутствие в массовой педагогической практике широких возможностей использования технологий дополненной и виртуальной реальности (материально-технических, санитарных, кадровых, методических) есть опыт их успешного использования в сфере подготовки военных специалистов, медиков, инженеров, в области школьного и дополнительного образования.

В настоящий момент обострилось противоречие между стремительно развивающимися образовательными технологиями дополненной и виртуальной реальности, с одной стороны, и отсутствием соответствующих профессиональных компетенций у педагогов и разработанного дидактического инструментария, с другой. Массовый переход мировых образовательных систем в дистанционный формат обучения способствовал более активному внедрению AR и VR технологий в реальную практику, одновременно обострив проблему отсутствия методических материалов для обучающихся и педагогов. Решение данной проблемы за коллективами, в составе которых не только программисты, но и методисты. Современный мир актуализирует необходимость подготовки предметников, обладающих знаниями ИТ-технологий на достаточно высоком уровне.

Обобщая публикации и опыт работы по проблеме использования AR/VR технологий [1; 3; 5; 6; 7 и др.] в образовании можно охарактеризовать проблемы и перспективы их применения.

В качестве перспектив внедрения AR/VR технологий в образовании отметим:

- возможность реализации принципа наглядности в образовании на качественно новом уровне: современные технологии позволяют смоделировать и воспроизвести сложные явления, которые не видны человеческому глазу, вплоть до распада ядра атома или химических реакций; также можно увидеть движение электронов, развития клетки организма, а также другие процессы, происходящие в микро и макром мире;

- создание условий для развития познавательной мотивации обучающихся и реализации принципов доступности, прочности и связи теории с практикой: применение AR/VR технологий позволяет смоделировать поведение объекта, решать сложные математические задания, провести физический или химический эксперимент (преимущественно в форме имитационных игр);

- возможность модернизации урока как основной формы обучения в современной школе, его проведения в виртуальном формате.

В качестве проблем, которые предстоит решать современной дидактике по мере развития AR/VR технологий отметим следующие:

- преодоление двойственности восприятия реальной действительности и виртуальной реальности;
- разработка механизмов снятия умственной и эмоциональной напряженности и физической (для глаз) усталости, которые, несомненно, будут возникать в процессе восприятия учениками виртуального мира;
- недопущение ослабления реальных практических навыков в случае тренировок на виртуальном оборудовании;
- профилактика проблем коммуникации в реальном мире, которые могут возникнуть в случае преобладания общения с виртуальными партнерами в виртуальном мире;
- подготовка квалифицированных педагогических кадров, обладающих необходимыми компетенциями в сфере использования современных ИТ-технологий в образовании и пр.

Несмотря на финансовую затратность, недостаточную техническую разработанность и методическую оснащенность, технологии виртуальной и дополненной реальности все активнее применяются в образовательной сфере, поскольку они являются серьезным средством визуализации, перспективной моделью обучения, расширяющей дидактические возможности.

#### **Список литературы**

1. Бутов Р.Г., Григорьев В.С. Технологии виртуальной и дополненной реальности для образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://prodod.moscow/archives/6428> (дата обращения: 12.04.2022).
2. ГОСТ Р 53620-2009 Информационно-коммуникационные технологии в образовании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200082196> (дата обращения: 12.04.2022).
3. Седов Д.Н. Цифровизация образования в России: риски и проблемы // Вестник Бурятского государственного университета. Философия. – 2021. – № 2. – С. 42-47.
4. Таратухина Ю.В., Авдеева З.К. Педагогика высшей школы в современном мире: Учебник и практикум для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2021. – 217 с.
5. Иванова А.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. – № 3(108). – С. 88-107.
6. Малыгина Л.Е. Виртуальная и дополненная реальность как перспектива развития телевизионного промодискурса // Верхневолжский филологический вестник. – 2019. – № 1(16). – С. 54-60.
7. Milgram P., Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays // IEICE Transactions on Information and Systems. – 1994. – Vol. E77-D. – №. 12. – P. 1321-1329.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОБЛЕМНОГО ОБУЧЕНИЯ НА УРОКАХ БИОЛОГИИ

*Анчукова С.Н.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к.п.н., доцент Моргачева Н.В.<sup>2</sup>*

*Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец*

*e-mail: sofya.anchukova@yandex.ru<sup>1</sup>, biokafe@yandex.ru<sup>2</sup>*

**Аннотация.** В данной статье определена сущность проблемного обучения, как современной образовательной технологии, основанной на постановке проблемных вопросов и ситуаций, требующих от учащихся поиска самостоятельного решения, умения творчески мыслить и продуктивно усваивать задания. Говорится о возможностях создания проблемной ситуации и применения технологии проблемного обучения, а также приводятся примеры использования использования биологических задач при развитии познавательного интереса к изучению биологии.

**Ключевые слова:** проблемное обучение, урок биологии, технология проблемного обучения

## USE OF PROBLEM LEARNING TECHNOLOGY IN BIOLOGY LESSONS

*Anchukova S.N.*

*Scientific supervisor – Morgacheva N.V.*

**Abstract.** This article defines the essence of problem-based learning as a modern educational technology based on the formulation of problematic issues and situations that require students to find independent solutions, the ability to think creatively and productively assimilate tasks. It talks about the possibilities of creating a problem situation and applying the technology of problem-based learning, and also provides examples of using the use of biological tasks in the development of cognitive interest in the study of biology.

**Keywords:** problem-based learning, biology lesson, problem-based learning technology.

На сегодняшний день методы проблемного обучения являются одним из наиболее распространенных средств, используемых для развития способностей учащихся. В настоящее время проблемное обучение понимается как ситуация, в которой учащиеся творчески приобретают знания, навыки, умения и решают проблемы посредством активной самостоятельной деятельности.

Самостоятельно решать жизненные проблемы, а не следование инструкциями – такое главное требование изменившегося общества. Актуальным вопросом сегодня является подготовка образованных, а значит все-сторонне развитых и компетентных выпускников общеобразовательных учебных организаций. Современному обществу нужны люди уверенные и самостоятельные, способные самостоятельно мыслить, а также ставить перед собой реальные и достижимые задачи в противоречивых и сложных условиях современного бытия.

Поэтому педагог должен принимать ученика таким, какой он есть, относиться к нему позитивно и понимать его чувства, сопутствующие восприятию нового материала. И на этой основе создать атмосферу, которая помогает появиться значимому учению для школьника [1].

Учебная дисциплина «Биология» представлена единой системой, включающая в себя такие естественнонаучные предметы, как ботаника, зоология, анатомия, общая биология. Концепции и закономерности, которые отражают природу живых всех организмов и жизни в целом, раскрываются от класса к классу.

Кроме того, необходимо принимать во внимание возрастные характерные черты обучающихся, при планировании и организации уроков по биологии. В средней школе (6-8 классы) – это внимательность, любопытство, стремление общаться с живыми объектами; эмоциональная возбудимость, динамичное овладение набором умений и навыков. В старшей школе (9-11 классы) – определение собственного места в жизни, предпочтение активности и нестандартным, самостоятельным формам обучения, желание понять и обобщить [3].

Биология – многогранная наука, и она предоставляет хорошую возможность решать различные образовательные задачи с помощью следующих методов: участия в проектной и научно-исследовательской деятельности, подготовки сообщений и презентаций, решения биологических задач, практических и лабораторных работ, наблюдений за окружающими объектами и явлениями природы.

Применяя проблемное обучение на уроках биологии, возможно достичь максимальной эффективности в решении учебных вопросов, используя данные методы. Ключом к успешному обучению является активная умственная работа ученика на уроке и его когнитивная независимость. Создание проблемных ситуаций на уроке считается одним из основных способов стимулирования познавательной деятельности учащихся. Они являются эффективным средством развития мышления, творческих способностей учащихся, позволяя им решать конкретные учебные задачи на занятиях: закреплять знания по конкретным темам; повышать интерес к изучаемым темам; и мотивировать их к самообучению.

Важными моментами проблемного обучения можно выделить следующие:

1. Создание проблемной ситуации.

Предлагая для решения проблемные задания развивающего характера, педагог может «встряхнуть» механизм мышления учеников, помещая их в проблемные ситуации интересные им.

2. Самостоятельное выдвижение гипотез по решению проблемы.

Учащиеся должны научиться предлагать свои варианты, отбирая наиболее адекватные пути решения и доказательства. На этом этапе используется техника размышления вслух, применяемая для активизации мыслительной деятельности.

### 3. Добывание готового знания из печатного источника.

По определенной теме и вопросу ученики получают тексты из газет, журналов, книг, словарей и т.д. На этой основе организуется индивидуальная, парная или групповая работа индивидуально, затем коллективно обсуждаются вопросы и результаты.

### 4. Проблемное обсуждение и эвристическая беседа.

Эти методы включают в себя сочетание устных презентационных материалов учителей и проблемных вопросов, которые раскрывают личное отношение ученика к затронутым вопросам, их жизненный опыт и знания, полученные извне.

Формы учебных занятий, в которых можно применять проблемный метод, достаточно разнообразны. Например, традиционные уроки с инновационными элементами (урок-лекция, урок-зачет, урок-конференция), нестандартные уроки, исследовательская деятельность (эксперимент, экскурсия, моделирование ситуаций) и т.д.

Обычно в проблемном обучении выделяют такие этапы:

1. Усвоение учащимися, поставленной педагогом учебной проблемы. Проблемная ситуация начинает создаваться на этом этапе.

2. Обновляя и мобилизуя имеющиеся знания и жизненный опыт, учащиеся высказывают свои предположения (гипотезы). Важно, чтобы на этом этапе учитель выслушал всех, не подтверждая и не опровергая их предположения, чтобы не снимать проблему с решения. Проблемная ситуация усложняется тем, что учащимся не хватает знаний или жизненного опыта, и они должны творчески приобретать новые знания.

3. Кульминация проблемной ситуации. На данном этапе обучающиеся самостоятельно ищут и пополняют недостающие знания. Через путь проб и ошибок они отбрасывают неверные предположения, формулируют и обосновывают новые.

4. Развязка проблемной ситуации. На данном этапе снимается проблемная ситуация. Ученики с педагогом обсуждают решение проблемы и проверяют его правильность.

5. Формулируются выводы и обобщаются полученные знания.

Существует много возможностей для использования проблемного обучения на уроках биологии. К примеру, проблемные методы можно применять перед объяснением новой темы.

Изучая тему: «Органы и системы органов живых организмов» (6-й класс) можно использовать следующие проблемные вопросы:

1. Как вы думаете, почему надземная и подземная часть растений устроены по-разному.

2. Сорванный с дерева лист быстро высыхает, а пока он растет на дереве – сочный и свежий. Как вы можете это объяснить?

Так же проблемное обучение на уроках биологии можно строить через решение познавательных задач. Ведь в задаче важно не просто правильно решить, но и понять путь ее решения. Решение биологических задач – это интересная работа, которая дает учащимся положительные эмо-

ции. Ведь каждая решенная ситуация – маленькое открытие, которое дает чувство удовлетворенности.

Педагогическая проблемная ситуация создаётся с помощью активизирующих действий, вопросов учителя, подчеркивающих новизну, важность, и другие отличительные качества объекта познания. Проблемные ситуации могут создаваться на всех этапах процесса обучения. Изложение проблемы возможно при изучении любой темы курса «Биология». Этот выбор определяется возрастными и психологическими особенностями учащихся, содержанием обучения, уровнем подготовки класса, средствами, владеющими учителем.

Обычно на таких уроках царит творческая атмосфера, снимается психологическая напряженность. И если в начале урока активно работают несколько человек, то постепенно втягивается все большее количество школьников, заряжаясь всеобщим настроением деятельности. Такие уроки способствуют максимальной реализации интеллектуальных способностей, креативного мышления и, конечно, личности. Проявить себя, высказать неординарную мысль может любой ученик, на любом этапе урока. Он всегда будет услышан, понят, оценен, потому что первоочередная задача проблемного урока: выдвижение предположений и путей поиска решений.

Проблемные ситуации на уроках биологии могут быть различными. Так, учитель может дать учащимся практическое задание, с которым дети ранее не сталкивались.

Например, в курсе ботаники, при изучении темы: «Транспорт веществ», такие понятия, как «осмос», «концентрация веществ», «диффузия», и прочие должны быть усвоены учащимися. Но при этом важно знать строение молекулы воды, процесс испарения, растворимость веществ. И тут уже необходима интеграция знаний из области химии и физики, которые еще не были получены учениками, в связи с тем, что данные предметы изучаются с 7-8 классов. При возникающем противоречии появляется возможность раньше ознакомиться с такими науками как химия и физика, чтобы понять какие процессы происходят при «транспорте веществ».

Роль проблемной ситуации может выполнять «яркий случай». В качестве такого «яркого случая» могут быть использованы факты из жизни, конкретных ситуаций, мифов, легенд, из истории и т.д.

Например, изучая тему «Грибы» (6-й класс) учитель экспонирует плесневый гриб больших размеров, выращенный в житейских условиях (на хлебе). При изучении темы «Пресмыкающиеся или Рептилии» (7-й класс) можно привлечь внимание учащихся следующим эпизодом: «За последние 200 лет у этих животных не произошло изменений. Они по-прежнему живучи и выносливы. Срок их долголетия до 150 лет. Некоторые виды могут существовать без пищи от 3-5 лет. Без кислорода остаются живыми до 10 часов. Да и одно такое существо выдерживает на себе 4-5 человек. О ком идет речь?

При создании проблемных ситуаций на уроках биологии очень часто применяются задачи, при решении которых необходимы знания из других



областей, например математики. Так, при изучении темы «Основы экологии» (10-11-й класс), может быть использована такая эколого-математическая задача: «Используя правило экологической пирамиды, вычислите, сколько необходимо планктона, что бы в море вырос один дельфин массой в 300 кг».

Для решения этой задачи учащиеся актуализируют знания, полученные на уроках экологии (на каждом предыдущем уровне количество биомассы и энергии, которые запасаются организмами за единицу времени больше, чем на последующем в 10 раз) и, решая математически, получают ответ, что необходимо 300 т планктона.

Не обращаясь далее к другим примерам из курса биологии, можно с уверенностью отметить, что опыт применения технологии проблемного обучения способствует формированию креативного мышления, познавательной активности, способности к самостоятельному добыванию знаний, а также обеспечивает интенсивное усвоение учебного материала

Несмотря на преимущества, проблемные методы обучения также имеют недостатки: многие учебные материалы не могут быть построены в виде проблем, огромные затраты времени учителем на подготовку, слабая управляемость учебной деятельностью учащихся. Однако если педагог обладает огромным потенциалом, педагогическим мастерством, то методика проблемного обучения может быть использована им в учебном процессе и она будет эффективной.

#### **Список литературы**

1. Кульневич С.В., Лакоценина Т.Н. Не совсем обычный урок. Практическое пособие для учителей и классных руководителей, студентов средних и высших педагогических учебных заведений, слушателей ИПК. – Ростов-на-Дону: издательство «Учитель», 2001.
2. Сухова Т.С. Контрольные и проверочные работы по биологии 6-8 кл.: Методическое пособие. – М.: «Дрофа», 1996.
3. Сухова Т.С. Уроки биологии: технологии развивающего обучения. – М.: «Вентана-Графф», 2001.

### **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ**

*Байтимирова И.А.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к.п.н., доцент Абраменкова Ю.В.<sup>2</sup>*

*Донецкий национальный университет, г. Донецк, ДНР  
e-mail: <sup>1</sup>bajtimirovai@mail.ru, <sup>2</sup>u.abramenkova@donnu.ru*

**Аннотация.** Развитие мобильных технологий открыло множество возможностей для их использования в системе образования. Однако для эффективного использования мобильных технологий педагогам следует разработать соответствующие подходы и методы обучения. В статье рассматриваются способы разработки мобильных приложе-

ний, раскрывается потенциал использования мобильного обучения в системе высшего образования. Рассматривается возможность использования мобильных приложений для освоения дисциплин математического цикла, получения профессиональных умений, которые занимают существенное место в подготовке будущих учителей математики и информатики. Предложена методика применения мобильных технологий при изучении некоторых дисциплин в системе высшего образования в период дистанционного обучения.

**Ключевые слова:** мобильное обучение, мобильные технологии, мобильные устройства, образовательные технологии, сетевые ресурсы, математика.

## FEATURES OF THE USE OF MOBILE TECHNOLOGIES IN THE TRAINING OF FUTURE TEACHERS OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

*Baitimirova I.A.*

*Scientific supervisor – Abramenkova J.V.*

**Abstract.** The development of mobile technologies has opened up many opportunities for students to study at universities. However, in order to effectively use the possibilities of mobile learning, teachers should develop appropriate approaches and teaching methods. The article discusses ways to develop mobile applications, reveals the potential of using mobile learning in higher education. The possibility of using mobile applications for mastering the disciplines of the mathematical cycle, obtaining professional skills that occupy a significant place in the training of future teachers in the direction of «Mathematics and Informatics» is considered. A methodology for the use of mobile technologies in the study of mathematics and informatics in the system of higher education during distance learning is proposed.

**Keywords:** mobile learning, mobile technologies, mobile devices, educational technologies, network resources, mathematics.

В системе высшего профессионального образования особое значение имеет подготовка будущих специалистов к жизни в современном информационном обществе. Однако в современных условиях обучения недостаточно времени для изучения дисциплин с постоянно возрастающими требованиями к знаниям, умениям и компетентностям обучающихся. В связи с этим актуально внедрение в образовательный процесс современных сетевых, облачных, дистанционных, информационно-коммуникационных и других цифровых технологий [4, с. 210]. Новая парадигма преподавания в высшем образовании заключается в том, что студент должен учиться сам, а преподаватель – управлять учебным процессом, т.е. организовывать, мотивировать, координировать, консультировать, контролировать его. А в современных условиях обучения, в частности перехода на дистанционное обучение, все участники образовательного процесса столкнулись с различными трудностями при использовании дистанционных технологий, а именно: отсутствием соответствующей технической поддержки и единой платформы для организации дистанционного обучения. Поэтому перед нами стоит задача поиска технологии обучения, позволяющей решить эти проблемы. В рамках статьи мы предлагаем рассмотреть использование мо-

бильных технологий как ресурс для эффективной организации обучения, в том числе электронного с применением дистанционных технологий.

Анализируя зарубежные и отечественные педагогические исследования, посвященные определению понятия «мобильное обучение» мы пришли к выводу, что существуют различные подходы к его определению. В настоящее время многие исследователи, ученые, методисты, преподаватели и учителя изучают проблему использования мобильных технологий в процессе обучения. Так, например, Н.В. Позднякова и О.И. Колесникова под *мобильными технологиями* понимают технологии, основанные на использовании мобильных устройств и современных сетевых технологий. Использование мобильных технологий в образовательном процессе, получило название «мобильное обучение (M-learning)». Авторы отмечают, что достаточно емкое определение этого термина дано в Рекомендациях ЮНЕСКО по политике в области мобильного обучения, где под *мобильным обучением* подразумевается использование мобильной технологии как по отдельности, так и совместно с другими информационно-коммуникационными технологиями, для организации учебного процесса вне зависимости от места и времени. Обучение при этом может принимать различные формы: с помощью мобильных устройств обучающиеся могут получать доступ к образовательным ресурсам, связываться с другими пользователями, создавать контент в учебном классе и за его пределами. По мнению зарубежных исследователей, применение мобильной технологии в образовательном процессе полностью меняют его, модифицируя формы подачи учебного материала и доступа к нему, а также делая обучение своевременным, достаточным и персонализированным [3, с. 20].

Использование мобильных устройств и технологий в процессе обучения студентов обладает широким дидактическим потенциалом, заключающимся не только в расширении технических возможностей обучения, но и в повышении его эффективности за счет индивидуализации учебного процесса, повышения образовательной мотивации и увеличения доли самостоятельной работы студентов в обучении, обратной связи и оперативного контроля результатов усвоения знаний. Внедрение мобильных технологий в процесс преподавания определенных предметов в высшей школе приобретает большое значение, что, с одной стороны, повышает интерес обучаемых к изучению предмета и, с другой стороны, расширяет возможности преподавателя.

Несмотря на разнообразие организационных форм, используемых в образовательных организациях профессионального и высшего образования, основными из них, несомненно, остаются лекции и практические занятия. Лекция включает в себя представление преподавателем учебных материалов большому числу обучаемых. В этих условиях невозможно гарантировать высокий уровень усвоения студентами содержания лекции. Использование мобильных технологий позволяет студентам лучше понять изучаемый материал, что позволит им расширить возможности обучения в

аудитории и в рамках самостоятельной работы, привлекая их к обучению с использованием мобильных технологий, которые формируют навыки самообучения.

Так, например, подготовка будущих учителей математики и информатики объединяет в своем содержании две образовательные области – математику и информатику. Однако такая интеграция сопряжена с некоторыми трудностями. Это и содержательный аспект, и трудности, связанные с сокращением времени, выделяемого на изучение фундаментальных и профессиональных дисциплин. Становится невозможным полагаться только на традиционные методы объяснения, иллюстрации и воспроизведения, широко используемые в практике преподавания. Таким образом, в процессе обучения студентов дисциплинам математического цикла следует учитывать, что для решения многих задач необходимо использовать современные компьютерные технологии и программное обеспечение, что позволяет решать многие математические задачи более рационально. Говоря о мобильном обучении, мы имеем в виду не только готовые мобильные приложения, которые мы можем загрузить в Google Play, но и те, которые преподаватель может создать самостоятельно. При этом ему не обязательно обладать навыками программирования. С помощью определенных онлайн-ресурсов преподаватель может создать приложение, содержащее информацию, необходимую для организации учебного процесса. К таким ресурсам можно отнести следующие: iSpring Suite, AppsGeyser, MIT App Inventor, AppGyver и др.

Рассмотрим применение мобильных технологий в процессе изучения таких дисциплин как «Алгебра», «Аналитическая геометрия» и «Информационно-коммуникационные технологии в обучении математике и информатике». В рамках изучения дисциплины «Алгебра» обучаемый должен уметь решать системы линейных алгебраических уравнений, выполнять операции с матрицами и многое другое. Многие из этих задач являются тяжелыми и трудоемкими. Применение мобильных технологий при изучении данной дисциплины необходимо по следующим причинам. Во-первых, при изучении алгебры студенты все чаще сталкиваются с проблемой усвоения как теоретического материала, так и решения практических задач в условиях интенсификации обучения. Во-вторых, ни матрицы, ни детерминанты, ни методы изучения и решения систем линейных уравнений не изучаются в школьном курсе математики, т.е. изучаемый материал является новым для большинства первокурсников. В-третьих, мобильные технологии помогут обучающимся адаптироваться к новой для них студенческой жизни, используя привычные и удобные для них средства, в частности – смартфон. Актуальным также является и использование мобильных технологий по изучению данной дисциплины в условиях дистанционного обучения.

Поскольку на данный момент не разработано единой электронной образовательной платформы, которая позволила бы организовать процесс

обучения систематически и непрерывно, использование мобильных технологий не только расширит для обучаемых возможности изучения дисциплины, но и позволит при продуманной преподавателем системе организации обучения систематизировать, закрепить учебный материал и проверить качество его усвоения. Так, при изучении студентами темы «Алгебра матриц» на лекционных занятиях или во время дистанционного обучения преподаватель может создать мобильное приложение (рис. 1) с помощью интеграции программного обеспечения iSpring Suite и сетевого ресурса AppsGeyser, которое позволит студентам изучать материал в любом месте и в любое время, имея с собой лишь мобильное устройство.

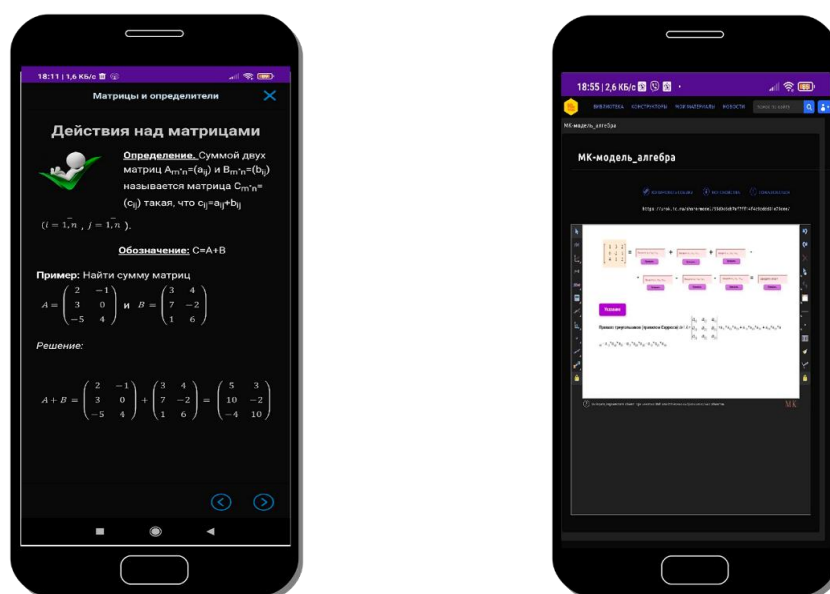


Рис. 1. Фрагмент мобильного приложения при изучении дисциплины «Алгебра»

При проведении практических занятий данное мобильное приложение можно использовать в качестве закрепления учебного материала. С помощью мобильного приложения, созданного на основе виртуальной лаборатории «1С: Математический конструктор» студент сможет не только закрепить теоретические знания при изучении определителей матрицы, но и проверить результат вычислений.

Курс по аналитической геометрии призван дать студентам возможность понять научные идеи и методы аналитической геометрии, ее место среди других математических дисциплин, ее связи с ними, способствовать приобретению знаний и навыков, которые позволят продолжить математическое образование и самообразование. При изучении данной дисциплины целесообразным является использование в учебном процессе современных имитационно-моделирующих программ, таких как GeoGebra и «1С: Математический конструктор».

Возможности моделирования с использованием мобильных технологий пространственных изображений, точное и визуальное выполнение геометрических конструкций, чертежей и сечений, автоматизация одно-

типных вычислений могут значительно повысить познавательную активность студентов, повысить интерес к изучению курса, сэкономить время на изучение дополнительных разделов дисциплины для улучшения усвоения материала.

Однако специальное мобильное приложение в Play Market под данные программные продукты не предусмотрено. У GeoGebra есть мобильные помощники, такие как GeoGebra Graphing Calculator, набор калькуляторов и т.д. Однако с помощью AppsGeyser можно конвертировать GeoGebra Classic Online в отдельное полноценное мобильное приложение.

Так, при решении задач, которые включают в себя построение графиков параметрически заданных функций, например, циклоиды, заданной параметрическим уравнением

$$\begin{cases} x = rt - rsint, \\ y = r - rcost, \end{cases}$$

преподаватель может использовать мобильное приложение (рис. 2) для наглядного выполнения геометрических построений.

Рассмотрим возможности применения мобильных технологий на примере изучения студентами дисциплины «Информационно-коммуникационные технологии в обучении математике и информатике».

Так, при изучении темы «Использование имитационно-моделирующих программ в обучении математике» преподаватель может использовать мобильное приложение, разработанное нами в среде MIT App Inventor для изучения лекционного материала и закрепления его с помощью решения практических задач [1, с. 123].

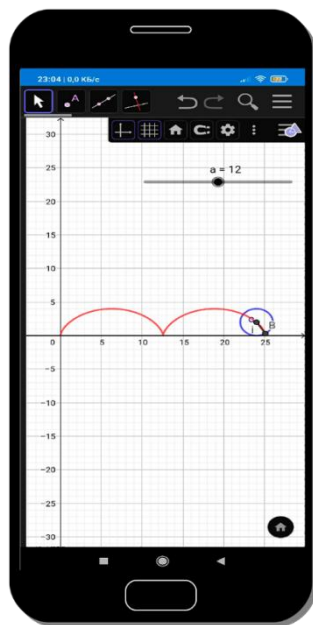


Рис. 2. Фрагмент мобильного приложения, при изучении дисциплины «Аналитическая геометрия»

Мобильное приложение по данной теме предусматривает как ознакомление с теоретическим материалом (ознакомление с назначением и возможностями имитационно-моделирующей программы GeoGebra, её применением в процессе изучения математики), так и решение математических задач с помощью программы GeoGebra (рис.3).

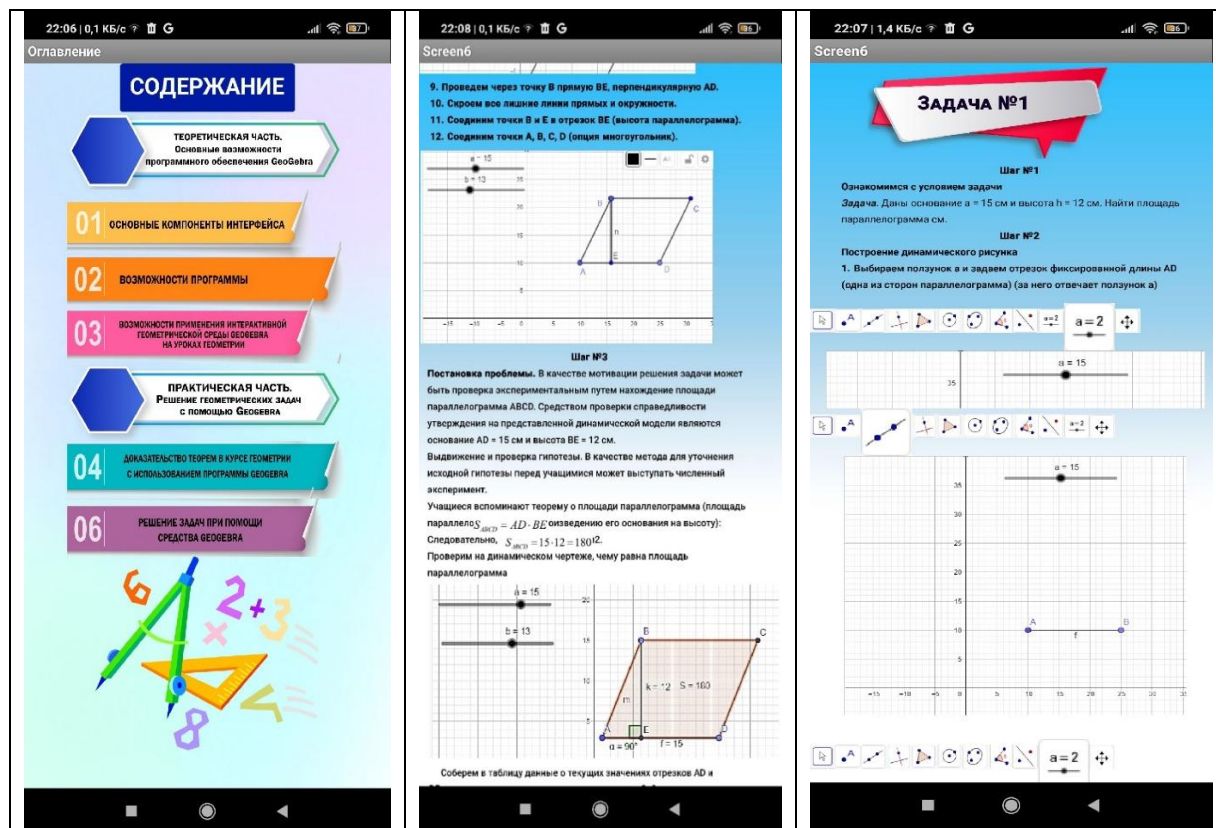


Рис. 3. Фрагменты мобильного приложения по теме «Использование имитационно-моделирующих программ в обучении математике»

Использование мобильных технологий при этом актуально как во время аудиторных занятий, так и в процессе самостоятельной или дистанционной работы студентов.

Таким образом, мобильные технологии позволяют организовать обучение в доступной и интересной для обучаемого форме, разнообразить учебную деятельность и обеспечить качественную взаимосвязь всех участников образовательного процесса. Обучение с использованием мобильных устройств дает возможность выйти за пределы физических границ аудиторий, расширив образование, предоставляя доступ к более широкому объему информации, ученым, экспертам [5, с. 241]. Применение мобильных устройств заключается в том, что они дают возможность обучающимся и преподавателям идти в ногу со временем, обучаться, обмениваться опытом, создавать учебные материалы с помощью цифровых ресурсов. Мобильные технологии могут оказать существенную помощь в решении многих насущных проблем высшего образования за счет использования нового, эффективного и перспективного подхода [2, с. 139].



### Список литературы

1. Абраменкова Ю.В., Байтмирова И.А. Использование мобильных технологий при изучении дисциплины «ИКТ в обучении математике и информатике» // Эвристическое обучение математике: Материалы пятой международной научно-методической конференции. – Донецк: Изд-во ДОННУ, 2021. – С. 122-127.
2. Аникина Е.И. Мобильные технологии BYOD: тенденции развития и перспективы применения в высшем образовании // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Лингвистика и педагогика. – 2019. – Т. 9. – № 3. – С. 132-141.
3. Позднякова Н.В., Колесникова О.И. Дидактический потенциал мобильных технологий в обучении школьников математике на ступени основного общего образования // Психолого-педагогический журнал ГАУДЕАМУС. – 2019. – № 3 (41). – С. 19-26.
4. Скафа Е.И., Евсеева Е.Г., Абраменкова Ю.В., Гончарова И.В. Система подготовки нового поколения учителей математики на основе проектно-эвристической деятельности // Перспективы науки и образования. – 2021. – № 5 (53). – С. 208-222.
5. Сошина Е.И. Особенности и необходимость применения мобильных устройств при изучении дисциплин высшей и прикладной математики // Столетию ДонНТУ посвящается: сборник научно-методических работ. – Донецк: ДонНТУ, 2021. – С. 238-242.

## ЭКСКУРСИИ НА УРОКАХ БИОЛОГИИ В ШКОЛЕ

*Д.М. Блинников*

*Научный руководитель – к.п.н., доц. Е.Б. Сотникова  
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина  
e-mail: sotnikovaeb@yandex.ru*

**Аннотация:** В данной статье рассмотрены экскурсии на уроках биологии в школе как неотъемлемая часть учебно-воспитательного процесса, дается общее определение термина «экскурсия» и говорится о важности такого аспекта как «наглядность» в изучении естественных наук, в частности предмета биология. В статье также дается характеристика школьных экскурсий и методологические советы при их проведении, тщательно описана стадия подготовки к предстоящей школьной экскурсии, важность составления правильного и емкого маршрута, обязательная необходимость проведения инструктажа по технике безопасности для учеников, постановка заданий для последующего выполнения их во время данного мероприятия. Расписаны функции и обязанности учителя во время ее проведения, рассматриваются также отличия школьной экскурсии от классического урока и особенности выбора места проведения экскурсии. Кроме этого в статье особое внимание уделяется воспитательному аспекту в подобных экскурсиях: воспитание у детей любви к природе, формирование экологической культуры школьников, активизация познавательных интересов учащихся, способствование приобретению навыков правильного поведения в природе, развитие наблюдательности и умения бережно относиться к природной среде, а также способность видеть эстетическую красоту в природе

**Ключевые слова:** биология, экскурсия, методика, урок, педагогика.



## EXCURSIONS IN BIOLOGY LESSONS AT SCHOOL

*Blinnikov D.M.*

*Scientific supervisor – Sotnikova E.B.*

**Abstract.** This article discusses excursions in biology lessons at school as an integral part of the educational process, gives a general definition of the term "excursion" and talks about the importance of such an aspect as "visibility" in the study of natural sciences, in particular the subject of biology. The article also describes the characteristics of school excursions and methodological advice during their conduct, carefully describes the stage of preparation for the upcoming school excursion, the importance of drawing up a correct and capacious route, the mandatory need for safety instruction for students, setting tasks for their subsequent performance during this event. The functions and duties of the teacher during its conduct are described, the differences between the school excursion and the classical lesson and the peculiarities of choosing the place of the excursion are also considered. In addition, the article pays special attention to the educational aspect in such excursions: the education of children's love for nature, the formation of ecological culture of schoolchildren, the activation of cognitive interests of students, contributing to the acquisition of skills of correct behavior in nature, the development of observation and the ability to take care of the natural environment, as well as the ability to see aesthetic beauty in nature

**Keywords:** biology, excursion, methodology, lesson, pedagogy.

Человек есть часть природы, он всегда должен быть близок к ней, понимать и защищать ее, в наше время всеобщей урбанизации перед педагогами стоит важная задача: формирование экологической культуры у школьников на уроках биологии в школе. Всё это возможно во время проведения экскурсий на уроках биологии. Экскурсия – это форма организации работы, при которой учащиеся выходят на место расположения изучаемых объектов природы, непосредственного ознакомления с ними [1].

Сначала экскурсии возникли как необязательные формы внеклассных работ, постепенно они стали важными частями уроков биологии и в данный момент являются неотъемлемой частью учебно-воспитательного процесса в обучении предмета «биология». Экскурсии углубляют и расширяют знания учеников, учат применять теоретические знания на практике, воспитывают у детей любовь и заботу к окружающей среде и просто дарят им хорошее настроение и незабываемые эмоции. Во время экскурсий ученики наблюдают, сравнивают, изучают и описывают объекты природы ранее изученными на уроках терминами, устанавливают связи между природными явлениями, приобретают практические навыки натуралистической работы. На экскурсиях ученик видит, как связаны между собой различные живые организмы, понимает всю сложность и комплексность живой природы.

Естественные науки изучают мир, который окружает человека, поэтому при их преподавании невероятно важен фактор наглядности, когда человек вживую видит предмет своего обучения, он лучше понимает и воспринимает его. Экскурсии это, пожалуй, самая наглядная форма обучения в биологии: дети видят все, что изучили ранее своими глазами, на-

глядность доказывает истинность понятий полученных на уроках биологии.

Урок-экскурсия отличается от обычного урока и имеет ряд своих признаков:

- учащиеся становятся группой экскурсантов;
- учитель становится экскурсоводом;
- четко прописанные объекты для изучения во время экскурсии;
- необходим маршрут экскурсии, проходя по которому, ученики захватят как можно больше необходимых объектов для изучения.

Одним словом, это не самый простой в реализации тип урока, но результат стоит того, ученики получают незабываемые впечатления и научатся работать в полевых условиях.

Выбор объектов экскурсий определяется темой урока, географическим расположением учебного заведения, государственными стандартами, ресурсами природной среды. Экскурсии могут проводиться почти по любому курсу обучения биологии, например, в 6 классе при изучении ботаники целесообразно будет провести ботаническую экскурсию, а в 7 классе зоологическую. Учитель заранее определяет сроки экскурсий в годовом учебном плане, также он должен заранее подготовить учеников, например, предоставить им список вопросов, на которые они должны найти ответы во время экскурсии, дать задания на повторение.

Подготовке должно уделяться особое внимание, ведь от нее и зависит успех экскурсии, плохо подготовленная экскурсия не даст ученикам ничего нового, они могут быстро заскучать или вовсе не понять, что им нужно делать. При подготовке к экскурсии сначала всегда нужно выбрать место проведения, оно должно соответствовать теме изучения или разделу биологии. Например, при изучении темы «Жизненные формы растений» можно организовать экскурсию в лесное хозяйство, ведь именно там произрастает множество различных пород деревьев, и ученики смогут их изучить. А при изучении темы «Семейства покрытосеменных растений» в курсе ботаники целесообразно будет организовать экскурсию на пришкольный огородный участок или теплицу, где учащиеся могут познакомиться с представителями семейств «крестоцветные» и «пасленовые». Самой интересной и плодотворной может стать экскурсия в заповедник, там ученики могут изучить множество редких и исчезающих видов растений. Место проведения – это самое важное, от правильного выбора зависит успех всей экскурсии. Стоит также отметить, что при экскурсиях, например, в музеи, океанариумы, зоопарки, детей чаще всего ведет за собой экскурсовод, попутно давая какие-либо факты об изучаемых объектах, сама же исследовательская деятельность учеников при таком подходе практически сводится к нулю.

Еще одним немаловажным аспектом в подготовке экскурсии является выбор маршрута, он должен быть гибким и охватывать как можно больше разных объектов для изучения. Учитель должен сам составить его

за несколько дней до экскурсии, нельзя составлять маршруты задолго до данного мероприятия, потому что изучаемые объекты могут быть изменены за продолжительное время. Предварительное ознакомление с местом будущей экскурсии позволяет педагогу заранее запланировать в каких местах ему стоит отвести большее внимание самостоятельной работе учеников, построенной на наблюдении или сборе материала с последующей подытоживающей общей беседой, а где стоит объяснить что-либо ученикам на примере экскурсионного объекта. Некоторые экскурсии строятся полностью на самостоятельной работе по заранее разработанному учителем плану с последующим подведением итогов в конце. Чем старше класс, тем больше времени уделяется самостоятельной работе учеников. После изучения места проведения экскурсии и составления подробного маршрута учитель начинает подготовку самих учеников. Основные пункты плана должны быть даны под запись ученикам. Учитель указывает ученикам, как будет проходить работа, на что нужно обратить внимание, обучает способам сбора материалов, рекомендует литературу к ознакомлению. Для упрощения своей работы учитель может заранее разбить класс на группы и назначить каждой группе лидера, это положительно сказывается на дисциплине в классе. Также необходимо сообщить ученикам об необходимых в экскурсии вещах, например, о специальной одежде, обуви, а также о необходимой литературе такой, как атласы-определители, энциклопедии.

Также важной частью всех школьных мероприятий в целом является инструктаж по технике безопасности, и экскурсии не являются исключением. Учитель обязан провести такой инструктаж, ведь он отвечает за жизнь и здоровье учеников. Подготовку можно считать завершенной только тогда, когда учитель четко определится с местом ее проведения, составит точный и емкий маршрут экскурсии, проинструктирует учеников,

Во время непосредственного проведения экскурсии учитель должен пристально следить за учениками и помнить, что биологическая экскурсия – это не прогулка, а полноценный урок, обязательная часть учебных занятий.

На самой экскурсии важен аспект самостоятельной работы ученического коллектива, учителю стоит понимать, что это не просто урок под открытым небом, ему не стоит заваливать учеников множеством теоретических вопросов, лучше будет направить их и дать им самим немного подумать, тем самым актуализируя их знания в биологии. Также во время экскурсии по биологии, обучение и воспитание тесно переплетаются между собой, помимо обучения целью учителя становится еще и воспитание у детей любви к природе, педагог должен показать: почему природа так важна для человека, развить у детей понимание необходимости сохранения природы для будущих поколений. Ученики должны понять, как все в этом мире сложно переплетено, и чем чревато для природы и самого человека исчезновение хотя бы одного вида живого организма, причем понять это должны они сами, учитель лишь должен направить их. На экскурсии учителю также нужно помнить о принципе наглядности и рассказывать только

то, что он может показать, иначе теряется весь смысл данного мероприятия.

По завершению экскурсии педагог подводит итоги экскурсионной работы, он устраивает устный вопрос учащихся, помогает ученикам обработать живой материал, который можно даже разместить в живом уголке учебного заведения, спрашивает у учеников, что им запомнилось и что им больше всего понравилось в экскурсии. Обратная связь всегда приветствуется в проведении уроков такого типа, так можно понять, что нужно исправить или добавить в следующий раз.

Во время прохождения учебной практики в школе Добровского района Липецкой области МБОУСОШ № 1 мной был проведен урок-экскурсия в Добровский заказник, который отлично подходит для проведения подобных уроков. Это крупнейший заказник области, в котором невероятно много различных объектов живой природы. Для начала было выявлено место урока в учебном плане, нужно всегда помнить, что экскурсия это не просто прогулка с учениками, а полноценная и очень важная часть учебного процесса. Далее был составлен маршрут проведения экскурсии по теме «природа Липецкой области», маршрут был очень емким, захватывал множество разных мест, особым местом является «озеро Андреевское» в прибрежном поясе которого произрастает камыш тростник и рогоз, а на территории всего заказника произрастают такие редкие растения как плаун годичный, плаун булавовидный, можжевельник обыкновенный, рябчик русский, ива черничная, любка двулистная, колокольчик персиколистный и многие другие. Также в заказнике можно увидеть следы пребывания таких животных как кабан, бобр, лось. После создания оптимального маршрута был составлен план, в нем отражалось какую работу должны проделать ученики на данной экскурсии, от учеников требовалось немного, определить и составить конспект по 3 растениям произрастающим в заказнике, для этого в школьной библиотеке были взяты специальные определители. План был дан ученикам заранее, чтобы они были готовы к уроку и знали чего от них ждет педагог, детям также было показано как использовать на практике полевой определитель. Перед экскурсией был проведен обязательный инструктаж по технике безопасности, детям также было сказано, какую одежду желательно носить во время экскурсии, а также о необходимых в экскурсии предметах, которые желательно иметь при себе.

В день экскурсии дети сначала были поделены на 3 группы по 5 человек, так гораздо легче координировать их действия, в каждой группе был назначен лидер который должен был следить за дисциплиной в своей группе. Экскурсия проходила хорошо, следуя по заданному маршруту дети изучали природу, слушали рассказы о различных растениях и конспектировали их, выполняли данные им задания работая с определителями. По завершению экскурсии была проведена обобщающая беседа с учениками, а также проверка задания по плану, все ученики справились с данными им задачами, учителю, как и ученикам очень понравился урок-экскурсия, с

педагогической точки зрения все поставленные цели урока были выполнены.

Подводя итог можно сказать, что экскурсии - это очень интересный и плодотворный тип проведения уроков, в котором гармонично сочетаются принципы наглядности и самостоятельности. Такой урок позволяет ученикам актуализировать и применять свои знания, полученные на уроках, он дает ученикам понимание о единообразии и комплексности окружающего их мира, воспитывает у них любовь к природе и понимание ее ценности, ее эстетической красоты. И хотя уроки такого типа требуют больших трудозатрат, они полностью «окупаются» и дают ученикам множество новых знаний и положительных эмоций.

#### Список литературы

1. Хомутова И.В. Методика проведения экологических экскурсий в процессе обучения биологии: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2000. – 221 с.
2. Сюрица Г.А. Биологические экскурсии: методика проведения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://nsportal.ru/shkola/biologiya/library/2021/11/07/biologicheskie-ekskursii-metodika-provedeniya> (Дата обращения 13.04.2022)

## МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ГЕОМЕТРИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВЫХ РЕСУРСОВ И СЕРВИСОВ

*Воротынцева Н.Н.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к.п.н., доцент Жук Л.В.<sup>2</sup>*

*Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец  
e-mail: <sup>1</sup> natalivorotyntseva@mail.ru, <sup>2</sup> krasnikovalarisa@yandex.ru*

**Аннотация.** Проектное обучение, реализуемое в форме проектной и исследовательской деятельности учащихся общеобразовательной школы, выступает одним из перспективных направлений модернизации образования. Проектная деятельность направлена на формирование у школьников важных компетенций, необходимых для эффективного функционирования в постоянно меняющейся информационной среде: способностей определять цель деятельности и планировать пути ее достижения, анализировать и оценивать результаты, а также навыки критического и творческого мышления. Эффективным средством организации проектной деятельности школьников выступают цифровые технологии, позволяющие экономить время, наглядно и красочно представлять результаты исследования. В ходе исследования выявлена сущность и основные характеристики проектной деятельности; рассмотрены дидактические возможности цифровых ресурсов и сервисов как средства организации проектной деятельности на уроках геометрии в старшей школе; разработаны методические рекомендации по организации проектной деятельности старшеклассников на уроках геометрии, способствующие развитию проектно-исследовательских компетенций.

**Ключевые слова:** проектная деятельность школьников; проектно-исследовательские компетенции; сетевой образовательный проект.

# METHODOLOGY OF THE ORGANIZATION OF PROJECT ACTIVITIES OF HIGH SCHOOL STUDENTS IN TEACHING GEOMETRY USING DIGITAL RESOURCES AND SERVICES

*Vorotyntseva N.N.  
Scientific supervisor – Zhuk L.V.*

**Abstract.** Project-based learning, implemented in the form of project and research activities of secondary school students, is one of the promising areas of modernization of education. Project activities are aimed at the formation of students' important competencies necessary for effective functioning in an ever-changing information environment: the ability to determine the purpose of the activity and plan ways to achieve it, analyze and evaluate the results, as well as critical and creative thinking skills. An effective means of organizing the project activities of schoolchildren are digital technologies that save time, visually and colorfully present the results of the study. In the course of the study, the essence and main characteristics of project activity are revealed; the didactic possibilities of digital resources and services as a means of organizing project activities in geometry lessons in high school are considered; methodological recommendations on the organization of project activities of high school students in geometry lessons have been developed, contributing to the development of design and research competencies.

**Keywords:** project activity of schoolchildren; design and research competencies; network educational project.

**Актуальность исследования.** Одним из ключевых направлений реализации национального проекта «Образование» в Российской Федерации является создание условий для выявления, поддержки и развития способностей обучающихся, удовлетворения их творческих интересов, обеспечения возможностей для самоопределения и самоактуализации. Роль школы в решении этих задач определена в современных образовательных стандартах основного общего и среднего (полного) общего образования. В частности, ФГОС СОО ориентирован на становление таких личностных характеристик выпускника, как владение основами научных методов познания окружающего мира; мотивация на творчество и инновационную деятельность; готовность к сотрудничеству, способность осуществлять учебно-исследовательскую, проектную и информационно-познавательную деятельность.

Проектная деятельность является современной образовательной технологией, позволяющей сформировать у учащихся важные компетенции, необходимые для эффективного функционирования в постоянно меняющейся информационной среде: способность определять цель деятельности и планировать пути ее достижения, осваивать новые способы деятельности, анализировать и оценивать результаты, умение применять полученные знания в практической деятельности, навыки критического и творческого мышления. Стимулируя познавательную активность, самостоятельность, творческий подход к овладению учебным материалом, проектная деятельность побуждает личность к саморазвитию.

На сегодняшний день эффективным средством организации проектной и учебно-исследовательской деятельности школьников выступают цифровые технологии, позволяющие сэкономить время в поиске тех или иных цифровых ресурсов, наглядно и красочно представить результаты исследования. В то же время анализ психолого-педагогической и методической литературы, изучение опыта работы школьных учителей показывают, что, несмотря на достаточно высокую степень разработанности проблемы организации проектно-исследовательской деятельности школьников, методические аспекты внедрения цифровых ресурсов и сервисов в данный процесс остаются без должного внимания. Содержательный и процессуальный компоненты деятельности современного учителя по формированию проектных умений старшеклассников в условиях цифровой трансформации образования требуют корректировки и уточнения.

Недостаточная разработанность методических основ применения цифровых ресурсов и сервисов в практике организации проектной деятельности на уроках геометрии определила *проблему исследования*, состоящую в разрешении противоречия между широкими возможностями современных цифровых технологий в плане развития проектно-исследовательских компетенций обучающихся 10-11 классов и существующей практикой организации проектно-исследовательской деятельности в школе, не реализующей эти возможности.

*Целью исследования* является теоретическое обоснование и практическая реализация методики организации проектной деятельности старшеклассников при обучении геометрии с применением цифровых ресурсов и сервисов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие *задачи*: 1) на основе анализа современной психолого-педагогической и методической литературы выявить сущность и основные характеристики проектной деятельности, изучить виды образовательных проектов; 2) рассмотреть дидактические возможности цифровых ресурсов и сервисов как средства организации проектной деятельности на уроках геометрии в старшей школе; 3) разработать методические рекомендации по организации проектной деятельности старшеклассников на уроках геометрии, способствующие развитию проектно-исследовательских компетенций.

*Гипотеза исследования* заключается в том, что методически целесообразное применение современных цифровых технологий в процессе организации и сопровождения проектной деятельности будет способствовать повышению уровня сформированности проектно-исследовательских компетенций у обучающихся старшей школы.

**Методы исследования.** В ходе решения поставленных задач исследования проводился анализ психолого-педагогической, научно-методической литературы, нормативно-программной документации; педагогическое наблюдение за учебным процессом и учебной деятельностью



обучаемых; организовывались беседы с учителями и учащимися; изучался и обобщался педагогический опыт.

Анализ зарубежной и отечественной педагогической литературы показал, что проектная деятельность является исторически сложившимся феноменом и может рассматриваться как результат педагогического поиска по решению задач образования на разных его этапах [1]. Были прослежены основные периоды становления проектного обучения в мировой педагогической практике: появление феномена «проект» в связи с возникновением ряда инженерных профессий, его укоренение в технических и промышленных высших школах Германии, Франции, Австрии, Швейцарии (XVII век); внедрение метода проектов как вида деятельностного обучения в систематическую педагогическую практику американских школ (XIX век); становление концепции проектного обучения в европейских странах (начало XX века); метод проектов как универсальная форма организации педагогической деятельности в русских школах (20-30 гг. XX века); период возрождения проектной деятельности в русле идей развивающего обучения и деятельностной педагогики (60-е годы XX века); актуализация метода проектов как культурной формы образовательных инноваций и эффективного способа достижения нового типа образовательных результатов (начало XXI века). В настоящее время учебно-исследовательская и проектная деятельности обозначены в основных нормативных образовательных документах России и Европы как важные направления в математическом и естественнонаучном образовании.

В рамках исследования были выявлены сущность и основные характеристики проектной деятельности, виды образовательных проектов.

*Учебный проект* представляет собой «форму организации совместной деятельности учителя и обучающихся, совокупность приёмов и действий в их определённой последовательности, направленную на достижение поставленной цели – решение конкретной проблемы, значимой для обучающихся и оформленной в виде некоего конечного продукта» [2, с. 234].

*Проектная деятельность обучающихся* рассматривается как форма учебно-познавательной активности, заключающаяся в мотивированном достижении сознательно поставленной цели по созданию творческих проектов, обеспечивающая единство и преемственность различных сторон процесса обучения и являющаяся средством развития личности субъекта учения [3].

На основе сравнительного анализа основных характеристик проектной и исследовательской деятельности некоторыми авторами вводится понятие «*проектно-исследовательская деятельность*». В частности, Муштавинская И.В., Сизова М.Б. определяют её как деятельность по проектированию собственного исследования, включающую следующие основные этапы: выделение целей и задач, выделение принципов отбора методик, планирование хода исследования, определение ожидаемых результатов,



оценка реализуемости исследования, определение необходимых ресурсов [4].

Главными сущностными характеристиками проектно-исследовательской деятельности, отличающими ее от других видов учебной работы, выступают: наличие проблемы исследования; значимость предполагаемых результатов (теоретическая, познавательная, практическая); структурирование содержательной части проекта с указанием поэтапных результатов; использование исследовательских методов; самостоятельная деятельность участников проекта (индивидуальная, парная, групповая); создание продукта – разработанного участниками проектной группы средства разрешения поставленной проблемы (web-сайт; компьютерная презентация; видеофильм; мультимедийный продукт; выставка; учебная экскурсия; макет; путеводитель; справочник; статья; брошюра; модель; сценарий; учебное пособие, публикация; пакет рекомендаций; газета; журнал и др.).

В условиях цифровой трансформации образования в связи с интенсивным развитием сетевых и информационно-коммуникационных технологий появляются новые, эффективные цифровые ресурсы и сервисы, позволяющие учителю в процессе организации проектной деятельности создавать, систематизировать, преобразовывать учебный контент, формировать индивидуальные или групповые образовательные маршруты, обеспечивать более информативное и продуктивное сотрудничество с обучающимися [5].

В ходе исследования был проведён обзор дидактических возможностей цифровых ресурсов и сервисов, способствующих эффективной организации проектно-исследовательской деятельности школьников:

1. Цифровые сервисы общего назначения (*Google Docs, Google Forms, Google Sites, Google Hangouts, Google Calendar, Google Classroom*);
2. Онлайн-доски (*Padlet, Miro, Trello, Coggle*);
3. Онлайн-платформы для организации проектной деятельности – комплекс интерактивных онлайн-сервисов, которые предоставляют учителям, учащимся, родителям инструменты и ресурсы для поддержки процесса обучения (*GlobalLab, Go-Lab*);
4. Специализированные математические пакеты для организации проектной деятельности (*Derive, Mathematica, MathCAD, Cabri Geometry, Geometryx, Photomath, Geogebra Classic, Advanced Grapher*) – мощные инструменты для поддержки исследовательской работы, позволяющие проводить вычисления, работать с функциями, строить графики, создавать математические и компьютерные модели исследуемых процессов, явлений.
5. Инструменты организации сетевых образовательных проектов (*Web 2.0, MediaWiki*).

Следует отметить, что выбор цифрового контента или сервиса определяется наличием у педагога специфических знаний и умений, уровнем сформированности его цифровых компетенций, а также дидактической це-

лесообразностью применения тех или иных средств информационно-коммуникационных технологий на конкретном этапе исследовательского проекта.

**Результаты исследования.** Организация проектной деятельности старшеклассников при обучении геометрии предусматривает предварительную подготовку учителя, предполагающую определение дидактических, учебных и методических целей проектирования, разработку содержания деятельности обучающихся на каждом этапе проектной работы, а также подбор эффективных цифровых технологий сопровождения этой деятельности. Основной функцией учителя как руководителя проектно-исследовательской деятельности старшеклассников является организация и координация данного вида деятельности, включающая оказание помощи участникам проекта в выборе темы, определении идеи проекта, его конечного продукта; знакомство школьников с методологией, технологией проведения исследования, консультирование по вопросам содержания и последовательности выполнения проекта; оказание помощи обучающимся в подборе необходимой литературы; консультирование по вопросам планирования, методики исследования, оформления и представления его результатов; оказание помощи обучающимся в подготовке проектной работы для внешней оценки.

Проектная деятельность старшеклассников в процессе обучения геометрии должна быть организована поэтапно: для каждого этапа четко определяются содержание и виды деятельности преподавателя и обучающихся, подбираются цифровые ресурсы и технологии для реализации данной деятельности. Содержание и основные этапы реализации технологии проектного обучения старшеклассников геометрии представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристика основных этапов организации проектной деятельности старшеклассников при обучении геометрии

Этапы работы над учебным проектом	Деятельность учителя	Деятельность обучающегося	Применяемые цифровые ресурсы и сервисы
<b>Мотивационный</b> (Проблематизация, разработка проектного задания)	Анализирует проблему, выделяет противоречие, формулирует тему, цели и задачи работы. Мотивирует учащихся. Формирует рабочую группу. Проводит установочное занятие: знакомит с целями, задачами, формами работы в рамках проектной деятельности, требованиями к	Обсуждают общий замысел исследования, предлагают собственные идеи. Формулируют проблему, цель и задачи исследования.	При составлении плана проекта удобно использовать планировщики, календари. При обучении с применением ДОТ целесообразно использование средств связи – мессенджеров, видеоконференций. Google-календарь, Skype, Google meet, Zoom, Discord

	проекту, критериями оценивания и т.п. Консультирует по выбору тематики и типа учебного проекта.		
<b>Подготовительный</b> (Разработка проекта, планирование и организация проектной деятельности)	Конкретизирует и обосновывает идею, определяет желаемый результат проекта, его параметры, способы достижения. Создание плана работы над проектом, включая сроки, ответственных, форму представления результата. Устанавливает процедуру и критерии оценки проектов в соответствии со спецификой выбранных тем. Помогает учащимся в подборе индивидуального визуального стиля проекта. Консультирует по содержанию проектов.	Выдвигают гипотезы, обсуждают методы исследования. Определяют источники информации, выбирают критерии оценки результатов. Осуществляют анализ и отбор информации для теоретической части проекта. Распределяют роли в команде, составляют план действий (для группового проекта). Обсуждают способы представления конечного результата (доклад, видеоролик, лонгрид и др.)	На данном этапе важно помочь обучающимся правильно распределить время выполнения проекта. Сервис Trello позволяет структурно представить задачи проекта, разбив их на подпункты и привязав к Google-календарю. Средства для поиска информации – поисковые системы, электронные образовательные ресурсы, видео уроки, онлайн-библиотеки. Ментальные карты, карты времени.
<b>Технологический</b> (Реализация проектной деятельности)	Наблюдает, координирует деятельность учащихся, консультирует по вопросам подбора информационных источников.	Сбор, систематизация, анализ полученных данных, последовательное выполнение задач исследования, оформление проекта. Самооценка готовности проекта.	Виртуальные лаборатории, Coogle, Piktochart, Time.graphics; облачные сервисы, позволяющие совместное редактирование документов Google Docs, Google-диск
<b>Заключительный</b> (Презентация результатов проекта)	Знакомит с требованиями к публичной защите, к презентации. Проводит предзащиту проекта (при необходимости). Организует процедуру защиты: формирование групп оппонентов и «внешних» экспертов, определяет программу и сценарий защиты,	Подготовка к защите проекта: доклад, презентация. Представление результатов проектной деятельности	Для представления готового продукта используются сервисы создания презентаций (Prezi), интерактивные геометрические среды (GeoGebra), видеоролики, сайты, блоги. Защиту проекта можно провести с использованием видеоконференции

	распределяет задания по творческим группам (медиаподдержка, подготовка аудитории, фото-видеосъемка).		(Skype, Google meet, Zoom, Discord, Яндекс Телемост)
<b>Рефлексивно-оценочный</b> (Оценка результатов проектной деятельности, рефлексия)	Организует оценку проекта, рефлексию учащихся. Подводит итог, обнародует результаты оценивания проектов. Организует выставку работ (при необходимости).	Участие в коллективном анализе проекта, оценка своей роли, анализ причин успехов и неудач. Участие во внедрении проекта.	Онлайн-опросники, автоматически собирающие статистику Mentimeter, Google-формы, LearningApps

В ходе исследования была разработана методика применения технологии вики для создания сетевых образовательных проектов по геометрии. Проиллюстрируем основные этапы реализации данной технологии на примере проекта, посвященного изучению темы «Тела вращения» в 11-м классе общеобразовательной школы. Проектная деятельность старшеклассников была организована параллельно с изучением данной темы, при этом на уроках геометрии было выделено время для обсуждения вопросов, возникающих в ходе проектной работы.

**Мотивационный этап.** Основная задача учителя – формирование у учащихся устойчивой мотивации к проведению исследования, постановка учебной проблемы, над которой школьникам предстоит работать. С этой целью проводится вводная беседа, в ходе которой важно подчеркнуть, что геометрические тела разных форм и разных размеров встречаются в нашем мире повсеместно, поэтому важно знать их свойства.

*Тело вращения* – фигура в пространстве, которая возникает при вращении какой-либо плоской фигуры вокруг некоторой оси. Примеры тел вращения целесообразно продемонстрировать с использованием динамических иллюстраций (рис.1):

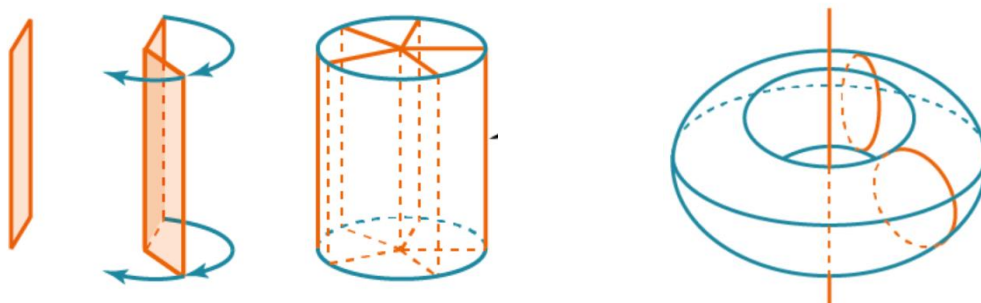


Рис. 1. Динамические иллюстрации тел вращения

Важную роль на мотивационном этапе проектной деятельности играет обращение к истории изучения тел вращения, изучение наследия вели-

ких математиков древности. Так, Архимедом был предложен общий метод, позволяющий определять любую площадь или объем. Например, он вывел, что объем шара, составляет две трети от объема описанного около него цилиндра. Идеи Архимеда легли в основу интегрального исчисления. Многовековая работа греческих геометров была подытожена Евклидом в его знаменитом труде «Начала». В XI книге «Начал» дается следующее определение: если вращающийся около одного из своих катетов прямоугольный треугольник слева вернется в то же самое положение, из которого он начал двигаться, то описанная фигура будет конусом. Неподвижный катет, вокруг которого поворачивается треугольник, называется осью конуса, а круг, описываемый вращающимся катетом, называется основанием конуса. Евклид рассматривал только прямые конусы, у которых ось перпендикулярна основанию, в то время как Аполлоний различал прямые и косые конусы, у которых ось образует с основанием угол, отличный от прямого угла.

**Подготовительный этап.** После погружения в проблематику исследования учащимся предлагаются вариации тем, по которым возможно провести проектную деятельность, например, «История изучения тел вращения», «Сечения тел вращения», «Метод исчерпывания Евдокса», «Свойства тел вращения». В зависимости от выбранной тематики класс разбивается на рабочие группы, однако если в классе есть сильные учащиеся, то они, как правило, выбирают индивидуальные проекты. В каждой группе школьники совместно с учителем формулируют цель проекта, определяют круг задач, которые необходимо решить в ходе его выполнения, составляют план работы. Обсуждаются методы и способы достижения цели, варианты представления результатов, формулируются проблемные и частные вопросы проекта, определяются возможные источники информации.

**Исследовательский этап.** Учитель помогает школьникам организовать самостоятельную работу учащихся по группам: проведение исследований, сбор информации, самостоятельный поиск информации в Интернете. Корректирует план работы групп, консультирует по вопросам оформления результатов исследований с помощью выбранного инструмента – презентаций, публикаций. В проектной деятельности каждая группа имеет возможность выступить на уроке с сообщением о выбранной теме вращения, о ходе решения поставленных задач.

Удобным инструментом для представления учебных проектов является технология вики – интернет-сервис, обеспечивающий быстрое создание гипертекстовых страниц, которые можно не только просматривать, но также редактировать нескольким пользователям, их содержимое формируется на основе личного вклада каждого из участников. Вики-сайты предоставляют удобные возможности для совместной разработки проектов, предполагающих создание электронных материалов, их размещение и обсуждение в сети Интернет (рис.2). Сервис предоставляет возможность дополнять текстовое содержание статьи иллюстрациями, в том числе динамиче-

скими. Их можно выбрать непосредственно из галереи вики-журнала или загрузить заранее подготовленный файл с компьютера.

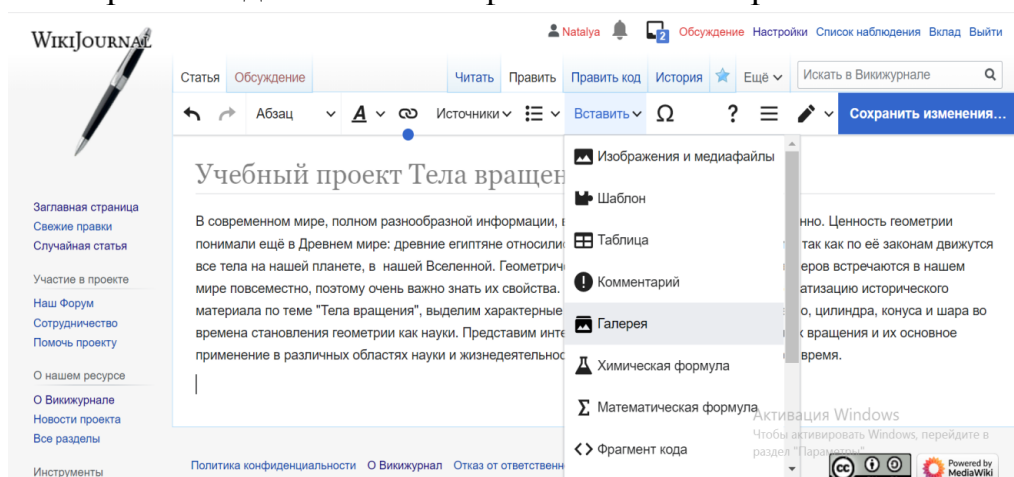


Рис. 2. Наполнение контента проекта

**Презентация результатов проектной деятельности.** Подводятся итоги работы, каждый учащийся получает оценку своей проектной деятельности. Для того чтобы выявить лучший проект по данной теме, организуется работа экспертной группы, в состав которой входят учителя-предметники. Как правило, уроки-презентации – самые эмоциональные уроки, где ученики испытывают радость творчества, реализуют свои замыслы, анализируют результаты работы своей группы и видят преимущества и недостатки в работе других групп, рассказывают о том, как осуществлялась работа над проектом, какие возникали трудности, и как их преодолевали.

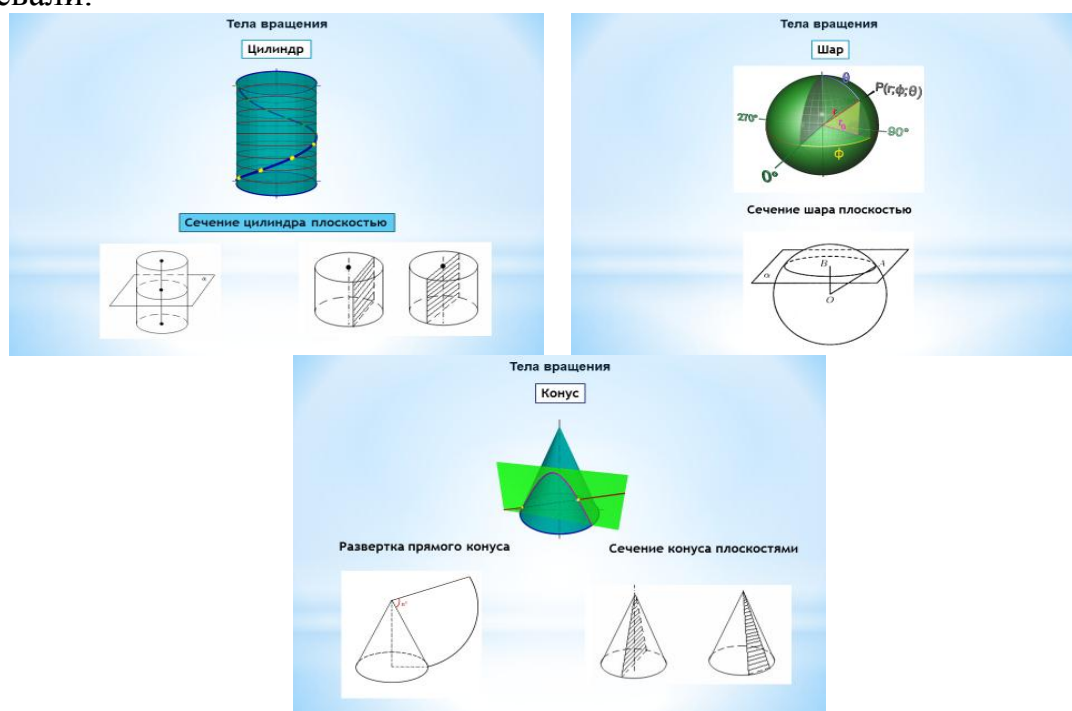


Рис. 2. Примеры подготовленных старшеклассниками презентаций

С целью проверки эффективности разработанной методики организации проектной деятельности при обучении геометрии был проведён педагогический эксперимент. Опытнo-экспериментальная работа, велась на базе МБОУ СШ № 1 им. М.М. Пришвина г. Ельца. Основной задачей эксперимента являлось разработка содержания основных этапов технологии проектного обучения геометрии, а также апробация методики организации проектной деятельности старшеклассников с применением цифровых ресурсов и сервисов. В контрольной группе школьников выполнение учебных проектов осуществлялось по традиционной методике, в экспериментальной группе – с привлечением цифровых инструментов и сервисов. Старшеклассникам было предложено выполнить учебный проект на тему «Тела вращения», для реализации которого применялись различные типы цифровых образовательных ресурсов, Google сервисы, онлайн-доска Padlet, облачный сервис для планирования проектных работ Trello, специализированные математические пакеты. Результаты проектной деятельности были представлены в виде страницы вики журнала, доступной широкой категории пользователей.

В качестве основных критериев для оценки степени сформированности у старшеклассников навыков проектной деятельности выступали: способность к самостоятельному приобретению знаний и решению проблем; предметные знания и способы действий; сформированность регулятивных и коммуникативных действий. Были выделены три уровня сформированности проектно-исследовательских умений – базовый, повышенный и высокий, различающиеся степенью самостоятельности обучающегося в ходе выполнения проекта. Вывод об уровне сформированности навыков проектной деятельности делался на основе оценки всей совокупности элементов проекта (продукта, оформленной письменной работы, публичной презентации). Результаты определения достигнутого уровня сформированности проектно-исследовательских компетенций для контрольной и экспериментальной групп представлены в таблицах 2, 3.

Таблица 2.

Сформированность проектно-исследовательских компетенций  
у учащихся 11-го «А» класса (контрольная группа)

Компетенции	Приобретение знаний и реше- ние проблем	Предметные знания и способы действий	Сформиро- ванность ре- гулятивных действий	Сформиро- ванность ком- муникативных действий
Количество учащихся				
Базовый уровень	8	7	8	7
Повышенный уровень	7	6	5	6
Высокий уровень	2	4	4	4

Таблица 3.

Сформированность проектно-исследовательских компетенций  
у учащихся 11-го «Б» класса (экспериментальная группа)

Компетенции	Приобретение знаний и решение проблем	Предметные знания и способы действий	Сформирован- ность регуля- тивных действий	Сформированность коммуникативных действий
Количество учащихся				
Базовый уровень	4	5	7	4
Повышенный уровень	7	5	8	7
Высокий уровень	7	8	4	7

Были сформулированы гипотезы:

$H_0$  (нулевая) – уровни сформированности учебно-исследовательских умений в контрольной и экспериментальной группах после экспериментального воздействия статистически не отличаются.

$H_1$  (альтернативная) – уровни сформированности учебно-исследовательских умений в контрольной и экспериментальной группах статистически различны.

В таблице 4 отражены полученные эмпирические значения критерия  $\chi^2$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Во всех случаях  $\chi^2_{\text{эмп}} > \chi^2_{\text{крит}}$ , где  $\chi^2_{\text{крит}} = 5,99$ . Таким образом, принимается альтернативная гипотеза.

Таблица 4.

Эмпирические значения критерия  $\chi^2$  ( $\alpha = 0,05$ ) после экспериментального воздействия

Группа	Количество учащихся	Проектно-исследовательские компетенции			
		Приоб- ретение знаний и решение проблем	Предмет- ные зна- ния и спо- собы дей- ствий	Сформирован- ность регуля- тивных действий	Сформирован- ность коммуни- кативных действий
		Эмпирические значения $\chi^2$			
Контрольная	17				
Эксперимен- тальная	18	6,5	6,3	7,2	5,9



Анализ результатов проведенного педагогического эксперимента позволяет прийти к выводу об эффективности разработанной методики организации проектной деятельности старшеклассников при обучении геометрии с применением цифровых ресурсов и сервисов.

#### Список литературы

1. Зайцев В.С. Метод проектов как современная технология обучения: историко-педагогический анализ // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – 2017. – № 6. – С. 52-62.
2. Примерная основная образовательная программа образовательного учреждения. Основная школа / Сост. Е.С. Савинов. – Москва: Просвещение, 2011. – 454 с.
3. Матяш Н.В. Проектная деятельность младших школьников. – М.: Вентана Граф, 2004. – 56 с.
4. Муштавинская И.В., Сизова М.Б. Методические рекомендации для руководителей общеобразовательных организаций и методических объединений учителей по организации проектной деятельности в рамках реализации ФГОС среднего общего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://spbarpo.ru/wp-content/uploads/2019/128С.pdf> (дата обращения: 25.04.2022)
5. Жук Л.В. Реализация дидактического принципа наглядности в обучении геометрии средствами информационных компьютерных технологий // European Social Science Journal. – 2014. – № 4-1 (43). – С. 157-160.
6. MediaWiki. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.mediawiki.org/wiki/MediaWiki> (дата обращения: 12.03.2022).

### КОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ В ПРОЦЕССЕ ЭВРИСТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ АЛГЕБРЕ

*Исаева Е.А.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – д-р п.н., профессор Скафа Е.И.<sup>2</sup>*

*Донецкий национальный университет, г. Донецк, ДНР  
e-mail:<sup>1</sup> isaevalena280800@gmail.com, <sup>2</sup> e.skafa@donnu.ru*

**Аннотация.** В условиях трансформации школьного математического образования в направлении его цифровизации актуализируются вопросы, связанные с внедрением современных информационно-коммуникационных технологий в учебный процесс. К ним отнесены технологии эвристического обучения, построенные на основе использования мультимедийных тренажеров. В представленном проекте описываются приемы формирования у обучающихся основной школы универсальных учебных действий в процессе эвристического обучения алгебре.

**Ключевые слова:** информационно-коммуникационные технологии; универсальные учебные действия; эвристическое обучение математике; обучение решению алгебраических задач.

# COMPUTER CONTROL FOR THE FORMATION OF UNIVERSAL LEARNING ACTIONS IN THE PROCESS OF HEURISTIC TEACHING OF ALGEBRA

*Isaeva E.A.*

*Scientific supervisor – Skafa E.I.*

**Abstract.** In the context of the transformation of school mathematical education in the direction of its digitalization, issues related to the introduction of modern information and communication technologies in the educational process are being updated. These include heuristic learning technologies based on the use of multimedia simulators. The presented project describes the methods of formation of universal educational actions in students of the basic school in the process of heuristic teaching of algebra.

**Keywords:** information and communication technologies; universal learning activities; heuristic teaching of mathematics; learning to solve algebraic problems.

**Введение.** Мы живем в мире, в котором применяются компьютерные и интернет технологии, как в процессе обучения, так и за пределами школы. Значительный рост информации и разнообразие источников ее получения мотивирует обучающихся к самостоятельному получению знаний, а также организации своей образовательной деятельности, но для этого необходимо владеть универсальными умениями. Можно сказать, что без применения ИКТ формирование универсальных учебных действий (УУД) в объемах государственных образовательных стандартов невозможно. Тем самым ИКТ-компетентность становится фундаментом для формирования УУД в современной школе.

**Основная часть.** Развитие личности в нынешней системе образования происходит через формирование универсальных учебных действий, которые выступают независимой основой образовательного и воспитательного процессов. В широком значении термин «универсальные учебные действия» означает умение учиться, т.е. способность субъекта к саморазвитию и самосовершенствованию путем сознательного и активного присвоения нового социального опыта. В более узком (собственно психологическом значении) этот термин можно определить как совокупность способов действия обучающегося, обеспечивающих его способность к самостоятельному усвоению новых знаний и умений, включая организацию этого процесса [1].

Учебный предмет «Алгебра» имеет большие потенциальные возможности для формирования всех видов УУД. Реализация этих возможностей зависит от способов организации учебной деятельности обучающихся

При обучении алгебре у учащихся развиваются такие свойства интеллекта, как:

- математическая интуиция;
- алгоритмическое мышление;

- логическое мышление и т.д. [1].

Основным средством формирования универсальных учебных действий в курсе алгебры являются учебные задания, которые направлены на выполнение различных видов деятельности, формируя умения действовать в соответствии с поставленной целью. Такие задания агитируют учеников:

- анализировать объекты с целью выделения их существенных и несущественных признаков;
- выявлять их сходство и различие;
- проводить сравнение и классификацию по заданным или самостоятельно выделенным признакам;
- устанавливать причинно-следственные связи;
- строить рассуждения в форме связи простых суждений об объекте, его структуре, свойствах;
- обобщать [2].

В нашем случае рассматривается формирование УУД в процессе эвристического обучения алгебре, под которым понимают обучение, построенное на основе организации учебно-познавательной эвристической деятельности, направленное на овладение знаниями, учебными и эвристическими умениями решать алгебраические задачи посредством конструирования обучаемым своей собственной образовательной траектории [5]. Как отмечает Е.И. Скафа для эффективного обучения математике нецелесообразно использовать отдельно взятые задачи, в том числе и эвристические. Задачи должны составлять определенную систему, обеспечивающую связь с теоретическим материалом, поскольку он глубоко понимается и качественно усваивается только в процессе решения задач [6].

Эффективность применения ИКТ при изучении курса алгебры в значительной мере зависит от того, какие, когда и как используются педагогические программные средства.

Информационная компетентность школьников необходима для качественного освоения учебного предмета. Опыт использования ИКТ показывает их преимущество в обеспечении качества образования, так как:

1) вызывают интерес учащихся, поиск новизны, эмоциональный всплеск. Задача учителя найти новое, неизвестное, заинтересовать, используя качественные наглядные пособия, анимационные возможности;

2) создаются условия для индивидуализации обучения: учитель имеет возможность «зафиксировать» материал, вернуться к информации предыдущих уроков, обеспечить самопроверку, контроль, презентационное сопровождение уроков.

В настоящее время существует достаточно много программных средств, позволяющих решать с помощью компьютера достаточно широкий круг математических задач разных уровней сложности. Применение компьютера в процессе обучения позволяет рационально использовать

время и достигать поставленных целей учебного процесса. Благодаря ИКТ-технологиям учитель может разрабатывать специальные программы, которые могут быть рассчитаны как на одного обучающегося, так и на весь класс, учитывая потребности каждого. На уроках могут быть использованы готовые программные средства для отработки умений и навыков.

К программам, которые управляют именно эвристической деятельностью обучающихся, относятся эвристико-дидактические конструкции (ЭДК). Они представлены в виде компьютерных программ, направленных на активизацию учебно-познавательной деятельности, рост темпов проработки и усвоения объема учебного материала и при этом обеспечивают получение учащимися необходимых знаний. К ним относятся программы актуализации знаний (программа «Задача-метод», программа «Задача-софизм», программа «Тест с коррекцией»), сцепленные программы, акцентированные программы, программы автоматизированного рецензирования решения задач и комплексные программы, состоящие из совокупности перечисленных выше программ (эвристические тренажеры) [4].

Эвристические тренажеры включают в себя как теоретические, так и практические разделы курса алгебры, дают возможность моделировать ход решения алгебраической задачи, организовать индивидуальное обучение алгебре для каждого обучающегося. С помощью таких тренажеров школьники могут обобщать и систематизировать изученный ранее материал на уроках обобщения и систематизации, на уроках обобщающего повторения, а также дома при подготовке к контрольной работе. Нами разработаны эвристические мультимедийные тренажеры «Формирование универсальных учебных действий в курсе алгебры», построенный в системе в Microsoft PowerPoint в виде разветвленных программ. Основная цель тренажера – индивидуализировать процесс формирования УУД посредством индивидуальной работы обучающегося с эвристически ориентированными задачами по алгебре 7-9 классов (например, рис. 1).

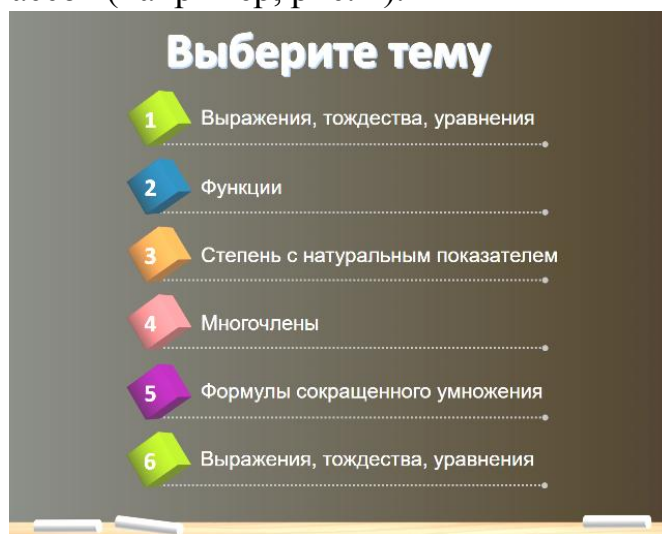


Рис. 1. Выбор тем по алгебре 7 класса, рассматриваемых в тренажере

В тренажере предпочтителен отбор типовых заданий, направленных на усвоение алгоритмов выполнения учебных действий, предусмотренных стандартом математического образования в основной школе. Он предназначен для оценки уровня сформированности знаний, умений и навыков

В качестве примера рассмотрим подробнее фрагмент тренажера по теме «Выражения, тождества, уравнения» для 7 класса.

После выбора темы появляется слайд с опорным конспектом по теме для актуализации знаний обучающегося и повторения теоретического материала (рис. 2).

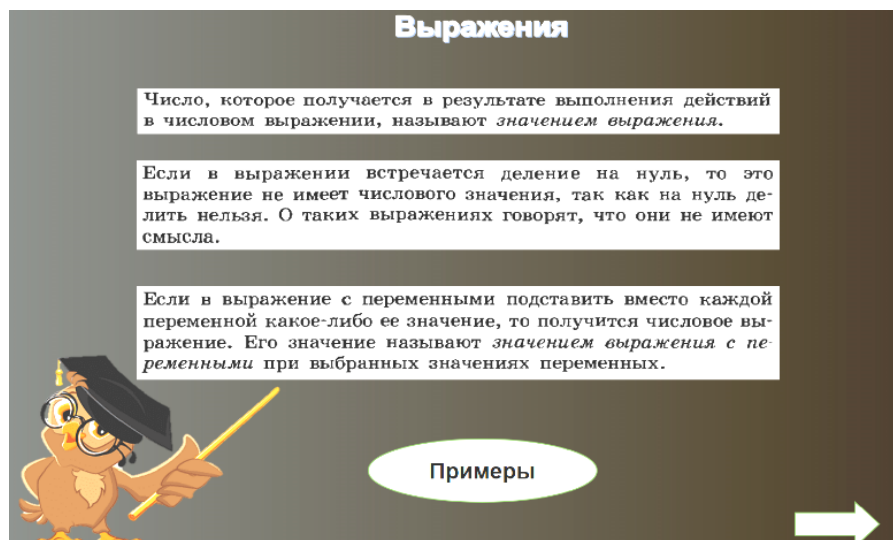


Рис. 2. Фрагмент теории по выбранной теме

Повторив теорию по рассматриваемой теме, ученик переходит на слайд, на котором представлены все виды УУД (рис. 3)



Рис. 3. Содержание тренажера по выбранной теме

Выбрав одно из универсальных учебных действий, обучающемуся предлагается система задач, направленная на овладение данным УУД [3]. Так, для формирования регулятивных УУД нами подобраны задания:

- на отыскание ошибки при нахождении значений выражения;
- на восстановление логической последовательности решения уравнений;
- на доказательство тождеств;
- на отыскание ошибки при нахождении значений выражения;
- на восстановление логической последовательности решения уравнений;
- на доказательство тождеств.

Мы используем, например, вид задания – «преднамеренные ошибки». В таких заданиях школьникам необходимо найти ошибку, записать в тетради верное решение и сделать проверку (рис. 4). По окончании выполнения данного задания ученики могут посмотреть правильное решение.

Коммуникативные УУД в тренажере обеспечены заданиями:

- на доказательство тождеств с обсуждением ответов;
- на решение текстовых задач с помощью уравнений;
- на восстановление текста задач по условию.

Личностные УУД формируют следующие задания:

- на доказательство тождеств, которые нужно обосновать;
- на составление текстовых задач по рисунку;
- на решение квадратных уравнений и раскрашивание картинок по цветам, соответствующим корням полученных при решении уравнений.

Для формирования познавательных УУД нами подобраны задания:

- на решение текстовых задач, с помощью уравнений;
- на поиск лишнего при решении уравнений;
- на поиск необходимой информации для решения текстовых задач, с помощью уравнений.

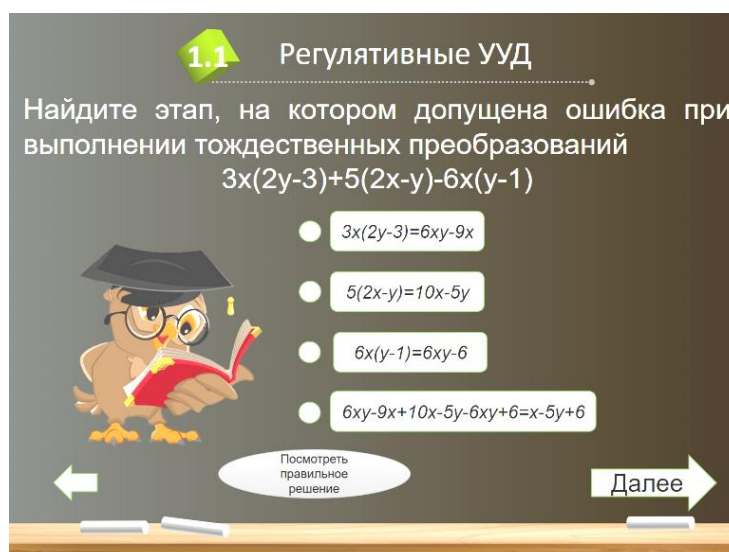


Рис. 4. Пример задания, направленного на формирование регулятивных УУД

В конце работы по теме для учащихся предусмотрена диагностика сформированности учебных достижений, в которой приведены задания 3 уровней (базовый, средний и высокий) для самостоятельного решения (рис. 5).

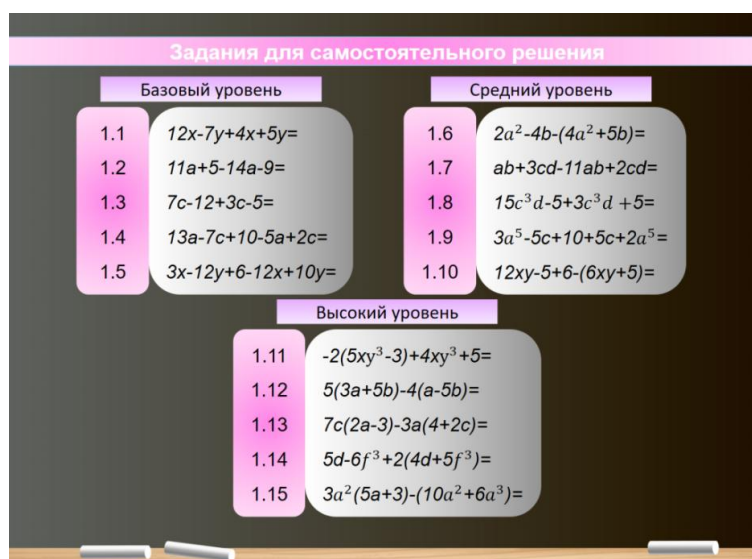


Рис. 5. Фрагмент задания для самостоятельного решения

Таким образом, эта часть тренажера предполагает отработку умения решать алгебраические задачи различных уровней.

**Заключение.** Разработанный тренажер позволяет сформировать универсальные учебные действия при решении различных алгебраических задач, а также развить такие свойства творческой личности как гибкость, математическую память, умение обобщать учебный материал и др. Также он повышает уровень наглядности материала, способствует активизации учебной деятельности учащихся, а также позволяет глубже усваивать учебный материал за счет сочетания разных видов эвристической деятельности. Ученики могут использовать приобретенные знания и умения, применяя их в дальнейшем при изучении алгебры. Поэтому для дальнейшего успешного обучения у учащихся должны быть сформированы четыре основных вида УУД.

#### Список литературы

1. Асмолов А.Г., Бурменская Г.В., Володарская И.А. и др. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. – М.: Просвещение. 2011. – С. 160.
2. Баракова Е.А. Исследовательское обучение как основа формирования регулятивных учебных действий в процессе обучения математике в общеобразовательной школе // Междунар. науч.-исслед. журн. – Екатеринбург, 2016. – № 9-4 (51). – С. 53-56.
3. Исаева Е.А. Приемы формирования универсальных учебных действий при обучении решению алгебраических задач средствами мультимедиа // Эвристика и дидактика математики: материалы X междунар. научно-метод. дистанц. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2021. – С. 36-38.



4. Скафа Е.И. Эвристико-дидактические конструкции как средство овладения цифровыми навыками будущим учителем математики // Педагогика информатики: Электронный науч.-методич. журнал. – 2021. – № 1. [Http://pcs.bsu.by/2021\\_1/5ru.pdf](http://pcs.bsu.by/2021_1/5ru.pdf) . – Дата обращения: 17.03.2021.

5. Скафа Е.И., Гончарова И.В., Абраменкова Ю.В. Технологии эвристического обучения математике: учебное пособие. – 2-е изд. – Донецк: ДонНУ, 2019. – 220 с.

6. Scafa O. Heuristically Oriented Systems of Problems in Teaching of Mathematics. Journal of Research in Innovative Teaching. – 2014. – V. 7. – Pp. 85-92.

## ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЛОСОФИИ ДЛЯ СИСТЕМАТИЗАЦИИ ЛИЧНОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ СТУДЕНТОВ

*Исламова В.В.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – д-р филос. н., профессор Усачев А.В.<sup>2</sup>*

*Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец  
e-mail: <sup>1</sup> islamovaviktoria19@gmail.com, <sup>2</sup> a.usacev@mail.ru*

**Аннотация.** Данная статья представляет собой рассмотрение конкретных методик и технологий обучения философии в вузе. Важный аспект исследовательской работы заключается в том, чтобы студенты благодаря пониманию и изучению философии, могли быть развиты всесторонне и иметь представление об окружающем мире, а также сформулировать правильные моральные ценности. В научной статье представлены проблемы, возникающие при использовании классических методов, а также указаны современные инновационные технологии обучения философии в высших учебных заведениях. Сформулированы основные факторы, на которые в дальнейшем совершенствовании должен быть сделан акцент для большей эффективности преподавания.

**Ключевые слова:** философия, преподавание философии, инновационная методика обучения, формирование мировоззрения студентов.

## INNOVATIVE METHODS AND TECHNOLOGIES FOR TEACHING PHILOSOPHY TO SYSTEMATIZE STUDENTS' PERSONAL WORLDVIEWS

*Islamova V.V. Scientific supervisor – Usacev A.V.*

**Abstract.** This article is a review of specific techniques and technologies for teaching philosophy in higher education. An important aspect of the research work is to ensure that students through the understanding and study of philosophy, can be developed comprehensively and have an understanding of the world around them, as well as to formulate the correct moral values. The research paper presents the problems arising from the use of classical methods, as well as indicating modern innovative technologies for teaching philosophy in higher education institutions. The main factors, which in further improvement should be emphasized for greater effectiveness of teaching, are formulated.

**Keywords:** philosophy, teaching philosophy, innovative teaching methods, shaping students' worldviews.



**Введение.** В современном мире большое значение имеет качественное образование. Для его получения необходимо усовершенствование и разработка методик преподавания. Все это необходимо для дальнейшего трудоустройства выпускников высших учебных заведений. В настоящее время активно прогрессируют инновационные технологии, которые охватывают абсолютно все области образования, где философия не является исключением. Качественное изучение и понимание этой дисциплины положительно сказывается на мировоззрении абсолютно каждого студента, что является одним из главных аспектов его мировосприятия и которое поможет ему в формировании правильных моральных ценностей. В связи с этим, главная задача российского обучения заключается в том, чтобы всячески помочь студенту реализоваться в будущем, благодаря внедрению инновационных методик и технологий. Также суть современных методов обучения базируется именно на том, чтобы студент был увлечен процессом познания нового и принимал участие в различных обсуждениях, умел не только высказывать свою точку зрения или вывод, но и опираясь на факты, аргументировал и обосновывал свое толкование. Таким образом, применение инновационных методик обучения положительно сказывается на формировании мировоззрения студентов, что в свою очередь указывает на актуальность выбранной темы научного исследования.

Некоторые технологии внедрения инновационных методов обучения были рассмотрены в трудах Балина А.В. и Селевко Г.К. Исследованием проблем преподавания в российских университетах занимались Неверова И.Ю. и Алексеева Л.Н. Однако рассмотрение современных методов формирования их мировосприятия через философию большого внимания в литературе не уделялось.

Цель проводимого исследования заключается в том, чтобы обозначить эффективные инновационные методики преподавания философии для систематизации личного мировоззрения каждого студента.

Новизна материала статьи заключается в выявлении факторов, которые должны быть основой для дальнейшей разработки и совершенствования методик для более эффективного обучения философии.

Обоснованность выводов и результатов проведенного исследования подтверждается на основе сформулированных факторов, для более качественного образования, в ходе рассмотрения проблем классического механизма обучения.

**Основная часть.** Российское образование совершенствуется каждый год. Также улучшаются технологии обучения в высших учебных заведениях для лучшего усвоения и понимания материала студентами. В настоящее время инновационные методики преобразовывают классические способы обучения. Стандартная методика преподавания философии основывается исключительно на заучивании и прочтении материала. Следовательно, такой подход ориентирован только на принятие готовой идеи или мысли, в которой не требуются собственные размышления над материалом. Без ка-

кой-либо самостоятельности, своих личных умозаключений и выводов, а также оценки, у студентов не развивается мышление и мировоззрение [1].

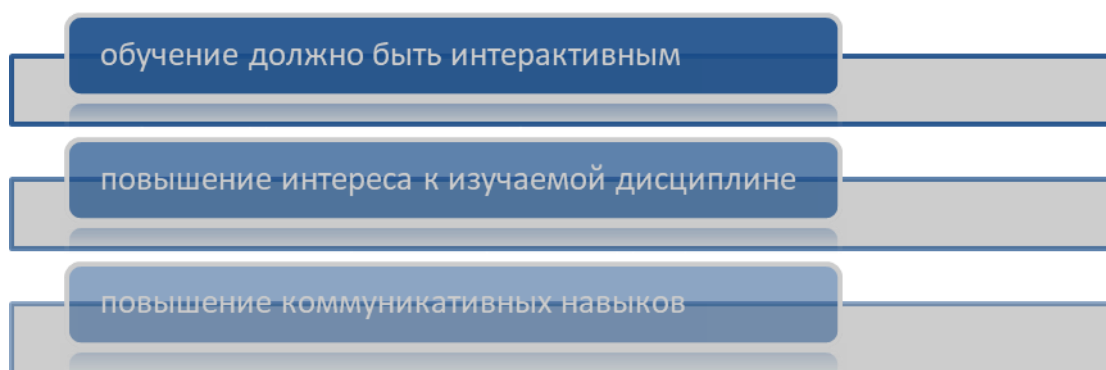
Чтобы научить студентов самостоятельно мыслить, развивать коммуникативные и творческие способности, а также работать в группах, преподавателям следует изучать и использовать усовершенствованные методики преподавания. Инновации требуют творческого подхода. Применение такого метода заключается в том, что он оказывает эффективное влияние на личностный рост обучающихся. Включение в технику обучения творческого подхода благоприятно воздействует на студентов как будущих специалистов. Ведь это внедрение способствует развитию мышления, с помощью которого формируется внутренняя мотивация в совместном участии с аудиторией в обсуждении вопросов. Творческий подход учит студентов критически мыслить, а также не только делать свои выводы, но и уметь их аргументировать и обосновывать [2].

В первую очередь, инновационные методики требуют инновационного преподавателя, который не боится отойти от стандартных и классических методов обучения. Также новые подходы требуют усилий не только от преподавателя, но и от самих студентов. Чаще всего они не взаимодействуют друг с другом, что является главной ошибкой. Между студентами и преподавателем должен быть живой диалог, в котором важно принять участие всей группе. Также важно размышлять не только в том направлении, которое предложил сам преподаватель или другой собеседник, но и самому рассматривать альтернативы абсолютно любого вопроса. Таким образом, успешное формирование обратной связи между лектором и аудиторией является высоким профессионализмом преподавателя.

Однако, сама проблема в преподавании философии достаточно ясна как для студентов, так и для самого преподавателя. Поскольку сама наука очень древняя, сложная, требующая огромной концентрации и долгих размышлений, то не всякого человека сможет это привлечь. К тому же, многим она совершенно не понятна. Начиная от определения самой науки и заканчивая смыслом и пониманием мыслей различных философов. В связи с этим между двумя сторонами не происходит никакого взаимодействия. Также стоит отметить, что партнерские отношения преподавателя с аудиторией в отсутствии контакта крайне сложно, не говоря уже о том, чтобы поддерживать такие отношения в дальнейшем. Поэтому, сами преподаватели различных дисциплин в университетах, где философия не является исключением, склоняются к обычному проведению теста, что в своем роде совершенно не относится к инновационным методам. На основе вышеперечисленных факторов, которые не являются полноценными способами, они стали одним из толчков для усовершенствования в преподавании философии [3].

На рис. 1 показаны основные ведущие факторы, которые предназначены для улучшения методик и технологий эффективного обучения. С их

помощью студенты станут лучше понимать материал философии, что положительно повлияет на их мировоззрение.



*Рис. 1. Факторы для улучшения методик и технологий обучения*

Существует ряд нескольких инновационных методик и технологий, которые направлены на более эффективное получение и усвоение материала. Они помогают студентам гораздо лучше понимать философию, а также способствуют привлечению интереса студентов к этой дисциплине. Ведь именно благодаря ему обучающиеся начинают активно участвовать в образовательной программе, изучают философию с большим удовольствием и решают любую, поставленную преподавателем, задачу. Следовательно, происходит эффективный образовательный процесс, который положительно отражается на систематизации мировоззрения студентов. Поскольку, именно философия включает в себя следующие функции: мировоззренческая, гносеологическая, аксиологическая, онтологическая, прогностическая, гуманистическая [4].

Основные инновационные методики состоят из:

- Метод проблемного изложения заключается в том, что преподаватель сначала ставит проблему, указывает задачу и на основе услышанных ответов студентов уже раскрывает ход решения этого вопроса;
- Метод проектов ориентирован на оценке усилий выполнения, а не на знания, поскольку их студенты получают в процессе усложненных практических работ;
- Проблемно-поисковые методы обучения чаще всего применяется в процессе выполнения исследовательских задач, суть которых заключается в постановке и решении проблемы;
- Научно-исследовательская работа благоприятно воздействует на выполнение аудиторных заданий с проведением различных исследований студентами;
- Проблемное обучение направлено на повышение интереса студентов к определенной теме;
- Практико-ориентированные проекты заключаются на выполнение заданий, что направлены на создание практических навыков и умений, которые необходимы в повседневной жизни;

- Творческие проекты являются самой сложной работой для студентов, поскольку нет четкого шаблона или алгоритма для выполнения. Способствуют познавательной деятельности, а также получению работы с документами и их анализу;

- Лекция-визуализация не является лекцией с использованием технических средств, а представляет графический способ, с помощью плакатов или лозунгов.

**Заключение.** Таким образом, на основе всего вышеперечисленного и рассмотренного в исследовательской работе, можно сделать вывод. Современное российское образование постоянно совершенствуется и преобразовывается для эффективной подготовки будущих специалистов. Это необходимо для раскрытия потенциала студентов, а также проявление их стремлений. Данная задача невозможно без внедрения инновационных методов и технологий обучения. Выявление более эффективных способов предназначено для лучшего понимания такой науки, как философия. Поскольку именно эта дисциплина является главной в формировании мировоззрения студентов.

#### Список литературы

1. Леднев В.С. Научное образование: развитие способностей к научному творчеству. – М.: МГАУ, 2002. – 120 с.
2. Новикова А.М. Профессиональная педагогика / Под ред. [С. Я. Батышева] и – 3-е изд., перераб. – М.: Эгвес, 2017. – 456 с.
3. Осмоловская И.М. Инновации и педагогическая практика // Народное образование. – 2010. – 182 с.
4. Жуков Г.Н. Основы общей профессиональной педагогики: учебное пособие. – М.: Гардарики, 2005.

## МЕХАНИЗМЫ АКТИВИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА ШКОЛЬНИКОВ К МАТЕМАТИКЕ

*Калегин А.А.*

*Научный руководитель – к.п.н., доцент Т.Е. Рыманова  
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», г. Елец  
e-mail: artur.kalegin2016@yandex.ru*

**Аннотация.** Статья посвящена одному из актуальных вопросов – проблеме развития личности. В этом контексте познавательный интерес можно рассматривать как социально-значимое качество индивидуума. Однако изменения, произошедшие в современном мировом образовательном пространстве, демонстрируют потребность в дальнейшем изучении данного вопроса. Цель исследования заключается в выяснении путей активизации гносеологического интереса в процессе обучения. Экспериментальная работа предполагает реализацию нескольких этапов. Результаты первого из них изложены в настоящей публикации. Анализ и обобщение трудов отечественных ученых позволили выяснить пути активизации познавательного интереса, а также факторы и их причинно-следственные выражения в учебно-воспитательном процессе. В качестве на-

учной области рассматривается математика. Предлагаются три направления, которые должны найти отражение в проектировании образовательного процесса, нацеленного на диалектику познавательного интереса школьников.

**Ключевые слова:** познавательный интерес, диалектика интереса к познанию.

## MECHANISMS OF ACTIVATION OF STUDENTS' COGNITIVE INTEREST IN MATHEMATICS

*Kalegin A.A.*

*Scientific supervisor – Rymanova T.E.*

**Abstract.** The article is devoted to one of the topical issues – the problem of personal development. In this context, cognitive interest should be considered as a socially significant quality of an individual. However, the changes that have occurred in the modern world educational space demonstrate the need for further study of this issue. The purpose of the study is to find out ways to activate epistemological interest in the learning process. The experimental work involves the implementation of several stages. The results of the first of them are presented in this publication. The analysis and generalization of the works of Russian scientists made it possible to find out ways to activate cognitive interest, as well as factors and their causal expressions in the educational process. Mathematics is considered as a scientific field. Three directions are proposed that should be reflected in the design of the educational process aimed at the dialectic of cognitive interest of schoolchildren.

**Keywords:** cognitive interest, dialectics of interest in knowledge.

В настоящее время в условиях цифровой трансформации всех сфер жизни человеческого общества и государственных институтов проблема развития личности становится особенно актуальной. В связи с этим неслучайно в ФГОС второго поколения на первое место поставлены цели личностного развития каждого школьника. В данном контексте возникает вопрос: что может выступать критерием онтогенеза? Российский психолог Н.А. Менчинская в качестве такого показателя предложила рассматривать наличие у человека познавательного интереса [3]. Как свидетельствуют наблюдения и анализ социологических данных, интерес к познанию позволяет человеку не только в молодом возрасте выстроить индивидуальную образовательную траекторию, но и в зрелые годы оставаться востребованным и конкурентно-способным в обществе. Это обусловлено тем, что познавательный интерес как личностное образование находится в диалектической взаимосвязи с мышлением, памятью, вниманием, речью, эмоциями. В российской дидактике довольно хорошо разработаны педагогические средства, способствующие диалектике гносеологического интереса школьников. Однако изменения, происходящие сегодня в российском обществе, геополитические вызовы в адрес нашего государства заставляют искать пути решения возникающих проблем. Проведенное нами исследование позволило обнаружить противоречие между потребностью государства в интеллектуально развитых, креативно мыслящих, высоко квалифицированных молодых людях и недооценкой познавательного интереса как мощного стимулирующего начала развития личности. Поиск путей разрешения

данного антагонизма определил тему настоящего исследования, целью которого является выяснение механизмов активизации интереса к познанию математики у школьников. Научная новизна состоит в оптимизации модели образовательного процесса в контексте активизации гносеологического интереса обучающихся к математике. Практическая значимость заключается в разработке методических аспектов рассматриваемой проблемы. Гипотезу исследования можно сформулировать следующим образом: если при проектировании образовательного процесса по математике учитывать факторы, способствующие диалектике познавательных интересов учащихся, то это позволит вывести последнее на качественно новый уровень.

Настоящее исследование предполагает реализацию нескольких этапов. Первый из них заключается в изучении научных источников по данной проблематике и разработке стратегических линий активизации познавательного интереса школьников при обучении математике. Второй этап состоит в построении модели образовательного процесса, нацеленной на развитие интереса. Третий – проведение экспериментальной работы и обработка ее результатов. Предполагается, что в исследовании примут участие обучающиеся 5-7 классов средних школ города Ельца.

Анализ исторических источников дает возможность констатировать, что данной проблемой ученые занимались очень давно. Принципиальным в исследуемом контексте является вопрос определения данного понятия как личностного образования. Выдающийся психолог и педагог П.Ф. Каптерев трактовал интерес, как стремление к определенной деятельности, связанной с предметом. Первоосновой развития интересов ученый считал врожденные органические свойства человека, а также культурные влияния, то есть окружающую среду, целенаправленное воздействие школы, привлекательность содержания [1].

Необходимо отметить многоаспектность исследований, посвященных познавательному интересу, проводимых отечественными учеными во второй половине XX века. Было выяснено, что интерес к познанию является сильным мотивом учения. Исследователи выделяют учебно-познавательные мотивы, широкие познавательные мотивы и мотивы самообразования [7]. Однако познавательный интерес нельзя сводить только к мотиву, так как интересы, в том числе и гносеологический, являются частью мотивационной сферы личности. Интересы человека представляют достаточно большое объединение: материальные, общественные, политические, профессиональные, трудовые, эстетические, спортивные, познавательные и другие, например, познавательный интерес к математике. Таким образом, последнее является элементом данного множества, причем характеризуется как что-то субъективное [2]. Данный аргумент позволяет рассматривать интерес к познанию как важное качество личности. Впервые на познавательный интерес как на средство обучения обратила внимание известный российский ученый Г.И. Щукина [7]. Это послужило началом на-

учного осмысления методов, приемов, факторов диалектики познавательного интереса.

Резюмируя сказанное выше, видно, что в плане определения исследуемой категории нет единого мнения. Тем не менее анализ разных точек зрения на данную проблему позволяет охарактеризовать познавательный интерес к учебному предмету как «интегративное образование личности, определяющее ее избирательную направленность и обращенную к познанию одной или нескольких научных областей, к их предметной стороне (содержанию), а также к процессу деятельности» [5, с. 25]. Такой подход стал концептуальной основой построения модели [5, с. 26] диалектики интереса познанию (рис. 1).

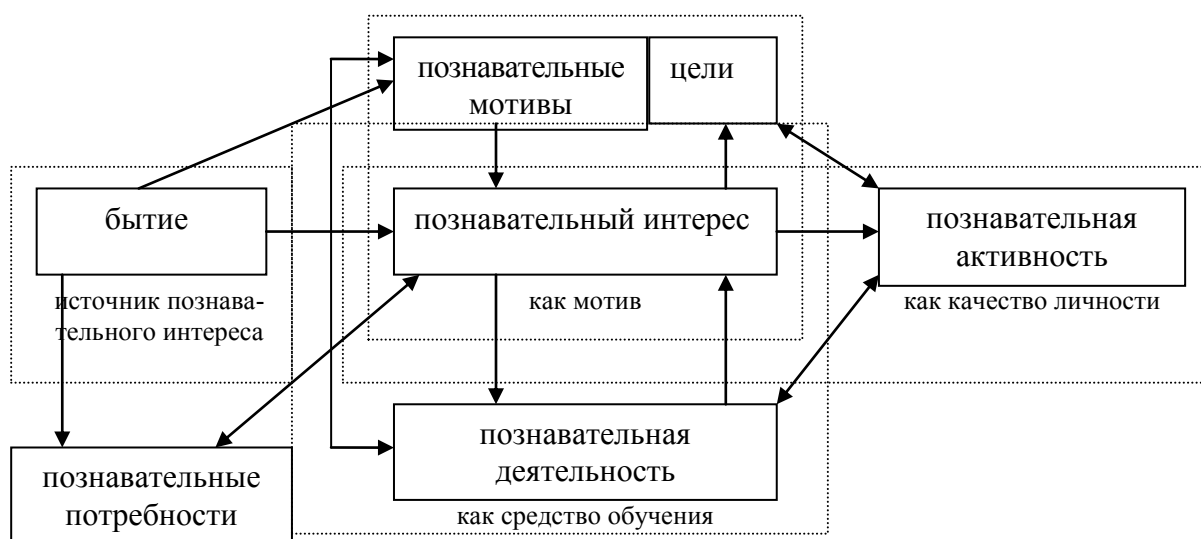


Рис. 1. Концептуальная модель диалектики познавательного интереса

Данная конфигурация предоставляет возможность организовать воспитание познавательного интереса, под которым понимается управление развитием личности в условиях педагогически организованной системы, направленное на выработку гносеологических навыков, проявляющихся в общественной жизни [6].

Анализ научных источников по проблеме исследования позволил выделить факторы, нацеленные на диалектику интереса к познанию. К ним относятся содержательный, организационный и личностный (рис. 2). Кроме того, выяснены проявления каждого из них (таблица 1).



Рис. 2. Факторы диалектики познавательного интереса

В ходе исследования были выяснено через какие приемы, методы, подходы, а также отношения указанные выше факторы оказывают положительное влияние на диалектику познавательного интереса (таблица 1).

Таблица 1.

Средства активизации познавательного интереса

Факторы	Проявления
Содержательный	Новизна учебного материала; изучение известного материала под новым углом зрения; использование на уроках сведений из истории математики; жизненная значимость изученного; включение демонстрационного эксперимента; занимательность учебного материала
Организационный	Изучение нового материала; решение задач; лабораторные работы; организация и проверка домашнего задания; уроки контроль – итоги
Личностный	Я-концепция; этика отношений учитель – ученик; этика отношений ученик – ученик; этика отношений ученик – родитель; этика отношений ученик – человек, не являющийся участником учебного процесса

Проектирование образовательного процесса по математике, нацеленного на активизацию познавательного интереса включает три составляющих: учебная деятельность (на уроках математики), внеурочная деятельность, внеклассная деятельность. По нашему мнению, для конструирования первого направления наиболее удачно подходит педагогическая технология В.М. Монахова (технологические карты учебного процесса, информационные карты уроков, информационные карты развития учащихся, в последних ориентирами развития выступают диалектические стадии познавательного интереса) [4]. Реализация модели внеурочной деятельности осуществляется через программу внеурочной деятельности по математике и спецкурсы (внеурочные курсы). Внеклассная деятельность включает кружки, научные общества, индивидуальные задания, научно-



исследовательские проекты. Организационная модель образовательного процесса по математике, нацеленного на активизацию познавательного интереса, представлена на рис. 3.

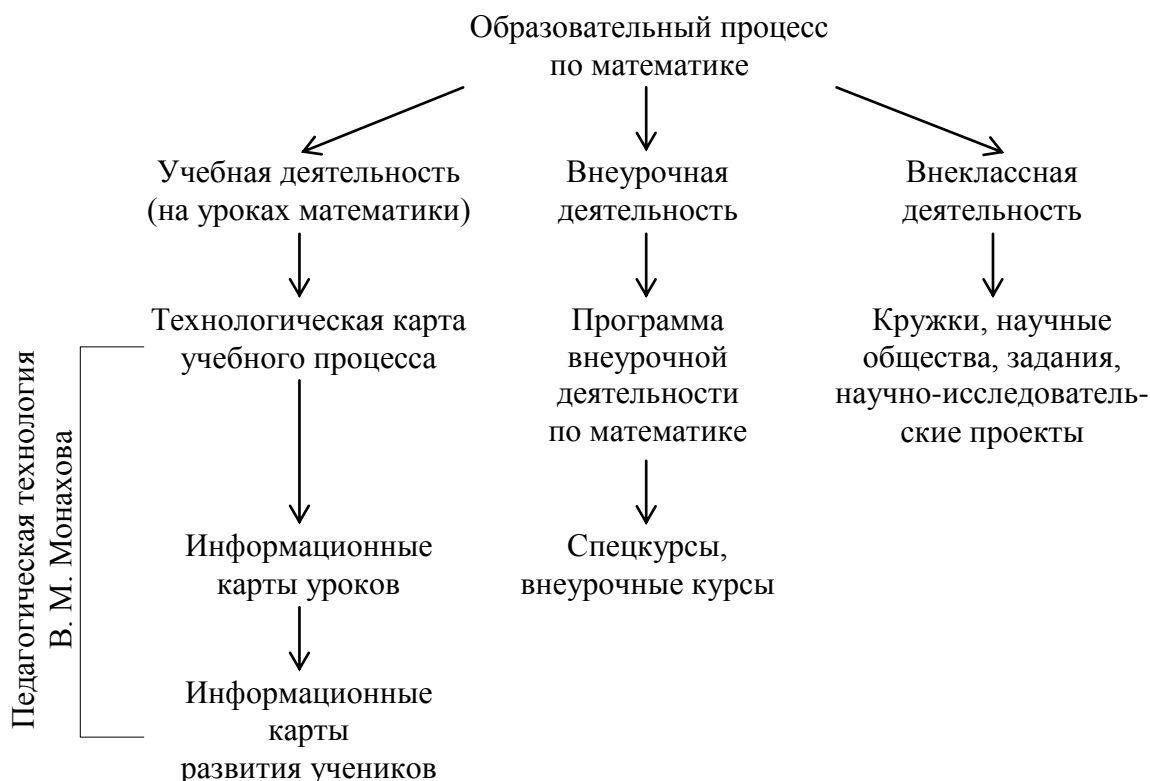


Рис. 3. Проект образовательного процесса по математике

Представленные выше положения легли в основу концепции проектирования образовательного процесса по математике, направленного на активизацию познавательного интереса школьников.

Анализ исследований, проводимых отечественными учеными, позволяет констатировать, что познавательный интерес следует рассматривать как важнейшее социально-значимое качество личности. Особое внимание диалектики гносеологического интереса необходимо уделять в школьные годы. Математика обладает огромным потенциалом в решении поставленной проблемы. Рассмотренные в работе результаты первого этапа исследования стали основой проекта, представленного на Всероссийский конкурс студенческих работ «Профстажировка 2.0».

#### Список литературы

1. Каптерев П.Ф. Избранные педагогические сочинения. – М.: Педагогика, 1982.
2. Маркова А.К. и др. Формирование мотивации учения: кн. для учителя. – М.: Просвещение, 2013.
3. Менчинская Н.А. Проблемы обучения, воспитания и психического развития ребенка. – М.: МПСИ - Воронеж: Модэк, 2004.

4. Монахов В.М. Дидактическая аксиоматика когнитивной теории педагогических технологий // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2016. – Т. 12. – № 3-1. – С. 32-39.

5. Рыманова Т.Е. Технологический подход к проектированию учебного процесса по математике, обеспечивающего формирование познавательного интереса у школьников: дис. ... канд. пед. наук. – М., 1999.

6. Рыманова Т.Е. Воспитание познавательного интереса школьников в процессе обучения математике: учебно-методическое пособие. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2015.

7. Щукина Г.И. Проблема познавательного интереса в педагогике. – М.: Педагогика, 2006.

## ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ И СТРАТЕГИИ ОБУЧЕНИЯ

*Козлова Д.Р.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – д-р э. н., профессор Доргушаова А.К.<sup>2</sup>*

*ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», г. Майкоп*

*e-mail: darietta333@gmail.com<sup>1</sup>, asdor81@mail.ru<sup>2</sup>*

**Аннотация.** В статье рассматриваются инновационные стратегии обучения. Цель нашего исследования выявление актуальных методов, обоснование эффективности их применения в образовательном процессе. Сегодня влияние цифровых технологий и умных приложений делает школы намного более совершенными, чем раньше. При написании работы использовались такие методы как анализ литературы и нормативно-правовых источников, метод обобщения, метод классификации, аналогия, анализ и проектирование.

**Ключевые слова:** инновационные методы, технологии, методы обучения, обучающиеся, преподаватели, формы обучения, облачные технологии.

## INNOVATIVE TEACHING METHODS AND STRATEGIES

*Kozlova D.R.*

*Scientific supervisor – Dorgushaova A.K.*

**Abstract.** The article discusses innovative learning strategies. The purpose of our research is to identify relevant methods, substantiate the effectiveness of their application in the educational process. Today, the influence of digital technologies and smart applications makes schools much more advanced than before. When writing the work, such methods as the analysis of literature and regulatory sources, the method of generalization, the method of classification, analogy, analysis and design were used.

**Keywords:** innovative methods, technologies, teaching methods, students, teachers, forms of education, cloud technologies.

**Введение.** Сегодня многие наши и зарубежные ученые описывают в своих трудах преподавателей, которые используют инновационные методы преподавания, чтобы достучаться до умов студентов и при этом завоевать

сердца аудитории. В то время как несколько лет назад такое инновационное и эффективное обучение можно было увидеть только на экранах, сегодня технологии дали преподавателям по всему миру ряд инструментов для улучшения методов обучения.

Термин «инновационное обучение» представляет собой конструкцию, состоящую из совокупности качеств, включая эффективное взаимодействие с обучающимися, открытость к изменениям, настойчивость, рефлексивную практику, специфику подхода и дисциплинированную педагогику.

Инновационное обучение – это больше, чем лампочка, которая загорается, когда происходит инновация, больше, чем движение туда, куда раньше никто не ходил. Те люди, которые проявляют творческий подход, могут быть захватывающими, но к преподавателям-инноваторам правильнее отнести тех, кто внимателен к новым идеям, превращает их во что-то уникальное для себя, проверяет их и продолжает до тех пор, пока их ученики не будут вовлечены и их преподавание не изменится.

Внедрение технологий изменило определение образования больше, чем можно себе представить. Мы рассмотрели некоторые инновационные методы обучения, которые преподаватели могут использовать на своих занятиях, чтобы сделать уроки более содержательными и интересными.

При анализе процесса внедрения цифровой информационной образовательной среды, виртуального пространства в образовательную среду в качестве теоретико-методологической основы использовались труды следующих авторов: Доргушаовой А.К., Иойлевой Г.В., Арсентьева Д.А., Кларина М.В., Козловой Н.Ш., Козлова Р.С., Иванова Д.В., Зинченко Ю.П., Меньшиковой Г.Я., Баяковского Ю.М., Сорочинского П.В., Атанова Г.А., Поддубной Т.Н., Пустынниковой И.Н., Мозолина В.П., Мэрдока К.Л. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Рассмотрим несколько инновационных стратегий обучения, которые каждый преподаватель может использовать в работе и сделать процесс обучения более интересным и эффективным:

#### 1. Перекрестное обучение.

Эта форма обучения не включает в себя технологии, это обогащающий опыт, как для студента, так и для преподавательского состава. Здесь обучение происходит в неформальной обстановке, такой как занятия в кружках после обучения или походы в музеи и на выставки. Преподаватель может связать образовательный контент с опытом, который испытывают обучающиеся. Это обучение еще больше расширяется и углубляется за счет добавления вопросов, связанных с предметом. Затем обучающиеся могут добавить к обсуждениям в аудитории заметки о полевых поездках, фотографические проекты и другие групповые задания, связанные с поездкой.

## 2. Обучение с помощью интеллектуальных досок.

Интеллектуальные доски – это эффективный способ оживить лекционную аудиторию, помогая обучающимся ощутить более глубокий уровень вовлеченности и понимания. Это достигается за счет того, что содержание курса становится интерактивным и наглядным. Интеллектуальные доски превращают процесс обучения в интерактивный и совместный опыт, поскольку преподаватели используют динамический мультимедийный контент, чтобы помочь более эффективно донести тему до обучающихся и сделать ее наглядной и увлекательной.

## 3. Обучение через переворачивание обязанностей.

Переворачивание обязанностей становится все более популярным эффективным методом обучения. В этом методе обучающиеся становятся активными участниками процесса обучения, перекладывая на них бремя обучения, это требует, чтобы преподаватели отводили роль поставщиков ресурсов, а обучающиеся брали на себя ответственность за сбор информации о концепциях. Используя различные технологические инструменты, обучающимся предлагается накапливать знания, заполнять информационные пробелы и самостоятельно делать выводы по мере необходимости.

Можно поставить под сомнение, но в том, что возложение на обучающихся ответственности за обучение может повлиять на мир, преподаватели по всему миру видели, что, когда они сами отвечают за свое обучение, они больше погружаются в предмет, проявляют больше интереса и учатся лучше.

Этот метод обучения является одним из лучших способов заложить основу для самостоятельного обучения.

## 4. Обучение через сотрудничество.

Другой инновационный метод обучения предполагает поощрение сотрудничества студентов в различных проектах. Сегодня мы живем в глобализованном мире, и сотрудничество – это важнейший жизненный навык, который важен для любой карьеры и предприятия. Преподаватели могут помочь развить этот навык в классе, позволяя обучающимся учиться, учиться и работать в группах.

Например, назначая групповые домашние задания или поощряя студентов к совместной работе над пьесами, презентациями и другими отчетами. Сегодня сотрудничество как форма обучения получает признание как мощный инструмент обучения, где ответственность снова лежит на группе студентов, а преподаватели играют роль гидов, наставников, супервайзеров для студентов. Он также учит студентов эмпатии, навыкам ведения переговоров, командной работе и решению проблем.

## 5. Обучение с помощью виртуальной реальности.

Технология виртуальной реальности предполагает помощь обучающимся в обучении посредством взаимодействия с 3D-миром. Например, вместо того чтобы проводить учеников через скучный урок истории, преподаватели могут использовать 3D-технологии для изучения древних ци-

визаций, путешествия в далекие страны на уроке географии или даже совершить путешествие в космос во время урока естественных наук.

Технология виртуальной реальности предлагает студентам ценную возможность учиться в захватывающей манере, которая производит неизгладимое впечатление на их умы. Это делает обучение увлекательным и помогает обучающимся дольше запоминать материал – все это важно при рассмотрении эффективных методов обучения в аудитории.

#### 6. Обучение с помощью технологии 3D-печати.

Преподаватели, ищущие инновационные методы обучения, также могут рассматривать 3D-печать как средство обучения. Этот метод быстро завоевывает признание во всем мире, особенно в высших учебных заведениях, где 3D-принтеры используются для создания прототипов и упрощения понимания сложных концепций. В лабораториях преподаватели могут использовать 3D-принтеры для обучения контенту, который ранее преподавался по учебникам, тем самым помогая обучающимся лучше понять концепцию, особенно предметы STEM.

#### 7. Обучение с помощью облачных вычислений.

Внедрение технологий в аудитории позволяет преподавателям экспериментировать с инновационными методами обучения. Использование облачных вычислений является одним из таких методов, при котором преподаватели могут сохранять жизненно важные ресурсы аудитории, такие как планы уроков, заметки, аудио-уроки, видео и подробные сведения о заданиях в облаке. Затем обучающиеся могут получить к нему доступ, не выходя из дома, при необходимости возвращая аудиторию обучающимся одним щелчком мыши. Это также гарантирует, что обучающиеся, пропустившие занятия по болезни или по какой-либо другой причине, всегда будут в курсе событий и избавляет от необходимости таскать с собой тяжелые учебники и позволяет обучающимся учиться в удобное для них время, в удобном месте и темпе.

Существует множество методов обучения, и в зависимости от типа обучающихся можно менять свой подход и поведение. Нельзя сказать, что один лучше другого. Выбор методики преподавания важен, потому что от этого зависит эффективность обучения. Преподаватель можете выбрать из различных типов данных в зависимости от демографических данных собранных, предмета, который преподает, и конкретного занятия.

Применение инновационных методик и технологии в образовании – это обширная тема для исследования и апробации. Именно образовательные технологии позволили преподавателям сделать занятия более увлекательными и интересными. С помощью цифровых технологий в образовании, таких как инструменты онлайн-обучения, анимации и т. д., преподаватель выполняет свои интерактивные занятия и следит за тем, чтобы обучающиеся усвоили урок и получили как можно больше знаний. Все эти инновационные методы помогает обучающимся лучше понять идею, и

именно различные типы образовательных технологий сделали это возможным.

Важность инновационного обучения неоспоримый аргумент, как уже упоминалось, одна из основных проблем, с которыми приходится сталкиваться на занятиях, является следствием вовлеченности обучающихся в образовательный процесс из-за недостатка внимания и отсутствия значимой эффективности обучения. Благодаря развитию технологий и многочисленным расширенным онлайн-инструментам для обучения в классной комнате и уроках могут быть легко геймифицированы.

Преподаватель XXI века должен выбирать из отличных концепций и методов изучения, а также принимать прогрессивные и инновационные методы обучения. Преподаватели должны быть инновационными, творческими и находчивыми, хорошо знать предмет и применять новые методы для изменения социально-экономического положения нашей страны.

В заключении следует отметить, что использование технологий в аудитории помогает вовлечь обучающихся в различные виды стимулов и создает благоприятную среду обучения. Это делает содержание дисциплины более интересным и делает обучение увлекательным.

Для преподавателей новые технологии предлагают бесконечный набор ресурсов, которые они могут использовать в зависимости от потребностей обучающихся. В статье перечислены только несколько таких ресурсов, однако каждый преподаватель, который ищет эффективные методы обучения, должен сам определиться в обращении к новейшим технологиям. Сегодня предлагается огромное количество обновленных решений, поэтому преподавателям необходимо предоставлять выгодную возможность ознакомиться с более эффективными инновационными стратегиями преподавания посредством регулярных курсов повышения и переподготовки, конференций, семинаров, практикумов.

#### **Список литературы**

1. Доргушаова А.К., Шефрукова С.Т. Цифровая экономика и правовое государство // XXXVIII неделя науки МГТУ. – Майкоп: Индивидуальный предприниматель Кучеренко Вячеслав Олегович, 2020. – С. 18-23. – EDN EEOJYY.
2. Козлова Н.Ш., Козлов Р.С. Тенденции цифровой трансформации образования в современных условиях // Вестник Майкопского государственного технологического университета. – 2020. – № 3(46). – С. 51-59. – DOI 10.24411/2078-1024-2020-13005. – EDN OUPCZS.
3. Меняйся или уходи. Цифровое образование бросает вызов преподавателям вузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.poisnews.ru/theme/edu/31969/> (дата обращения: 30.04.2022).
4. Уваров А.Ю. Образование в мире цифровых технологий: на пути к цифровой трансформации. – М.: ГУ-ВШЭ, 2018. – 168 с.
5. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования / А.Ю. Уваров [и др.]. – М.: Высшая школа экономики, 2019. – 343 с.

6. Шехмирзова А.М., Сташ С.М. Использование среды Moodle в организации самостоятельной работы бакалавров // В мире научных открытий. – 2015. – № 5-3 (65). – С. 1118-1134.

7. Zadneprovskaya E.L., Dzhum T.A., Khatit F.R. Using the electronic information and educational environment of the university in the training of tourism industry workers [Electronic resurs] / Poddubnaya T.N. [at el] // Amazonia Investiga. – 2020. – Vol. 9, Iss. 28 P. 249-259: URL [https:// www.amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/1318](https://www.amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/1318) - (accessed 8 May 2022).

## МИР С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

*Магарин В.О.*

*Научный руководитель – ст. преподаватель Мешвез С.К.<sup>1</sup>  
ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический  
университет», г. Майкоп  
e-mail: <sup>1</sup>ck.meshvez@yandex.ru*

**Аннотация.** Развитие искусственного интеллекта вызывает противоречия во всех областях человеческой деятельности. Если одни видят в этом прогресс человечества, другие высказывают опасения об угрозах человечеству. Однако положительная динамика, основанная на внедрение искусственного интеллекта, наблюдается во всех сферах. Некоторым вопросам этого противоречия и посвящается статья.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, интеллектуальные системы, преимущества интеллектуальных систем, машины и роботы.

## A WORLD WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

*Magarin V.O.*

*Scientific supervisor – Meshvez S.K.*

**Abstract.** The development of artificial intelligence causes contradictions in all areas of human activity. If some see this as the progress of humanity, others express concerns about threats to humanity. However, positive dynamics based on the introduction of artificial intelligence is observed in all spheres. The article is devoted to some issues of this contradiction.

**Keywords:** artificial intelligence, intelligent systems, advantages of intelligent systems, machines and robots.

Сегодня многие опасаются, что рост искусственного интеллекта приведет к тому, что машины и роботы заменят людей, и рассматривают этот прогресс в технологиях как угрозу, а не как инструмент для улучшения себя. В связи с тем, что искусственный интеллект (ИИ) по-прежнему остается ярким модным словом, компании должны понимать, что возможности самообучения и «черного ящика» не являются панацеей. Многие организации уже начинают видеть невероятные возможности ИИ, используя эти преимущества для повышения человеческого интеллекта и получения реальной пользы от своих данных.

По мере того, как появляется все больше свидетельств, демонстрирующих преимущества интеллектуальных систем, все больше лиц, принимающих решения в совете директоров, лучше понимают, что ИИ может действительно предложить. Исследование, проведенное ЕУ, объясняет, что «организации, позволяющие ИИ на уровне предприятия, повышают операционную эффективность, принимают более быстрые, более взвешенные решения и внедряют новые продукты и услуги». Первые компании, использующие системы искусственного интеллекта по всем направлениям, получают конкурентное преимущество, сокращают стоимость операций и убирают количество сотрудников. Это может быть положительным с точки зрения бизнеса, но, очевидно, что это беспокоит тех, кто работает в ролях с риском смещения. Внедрение этих технологий, вероятно, вызовет проблему с профсоюзами и безопасностью рабочих мест из-за существенных операционных изменений. Хотя ИИ повлияет на каждый сектор в некоторой степени, не каждая работа находится под равным риском. PwC прогнозирует относительно низкое перемещение рабочих мест (около 3%) на первой волне автоматизации, но к середине 2030-х годов оно может резко возрасти до 30%. Занятия в транспортной отрасли потенциально могут подвергаться гораздо большему риску, тогда как рабочие места, требующие социальных, эмоциональных и литературных способностей, подвержены наименьшему риску перемещения.

Многие предприятия и частные лица с оптимизмом смотрят на то, что этот сдвиг на рабочем месте, управляемый ИИ, приведет к созданию большего количества рабочих мест, чем к потере. По мере развития инновационных технологий ИИ будет оказывать положительное влияние на нашу экономику, создавая рабочие места, требующие навыков, необходимых для внедрения новых систем. 80% респондентов в опросе ЕУ сказали, что нехватка этих навыков была самой большой проблемой при использовании программ ИИ. С каждым шагом мы стараемся уменьшить влияние человеческого вклада в появление искусственного интеллекта, мы стараемся как можно больше всего автоматизировать, то есть на самом деле превратить в систему искусственных интеллектов, которая строит другие искусственные интеллекты. Это задача почти любого программиста.

Любой программист знает, что вместо того, чтобы делать что-то руками, лучше один раз написать программу, которая сделает это за тебя. В идеале я, как программист, хотел бы, чтобы у меня было такое окошко для ввода текста, а лучше даже голоса, куда я прихожу и говорю: «Мне нужен искусственный интеллект, который вместо меня решает задачи за моего шестиклассника-сына». И сама система, услышав какие-то важные для нее ключевые слова, понимая слова, зная историю, какие другие искусственные интеллекты были построены по таким задачам, строит такую конфигурацию сети, такое устройство мозга, которое максимально оптимизировано для решения именно этой задачи.



Вполне вероятно, что искусственный интеллект, вскоре, заменит работу, включающую повторяющиеся или базовые задачи по решению проблем, и даже выйдет за рамки нынешних человеческих возможностей. Системы ИИ будут принимать решения вместо людей в промышленных условиях, в сфере обслуживания клиентов и в финансовых учреждениях. Автоматизированное решение будет отвечать за такие задачи, как утверждение займов, принятие решения о том, должен ли клиент быть включен, или выявление коррупции и финансовых преступлений. Организации получают выгоду от повышения производительности в результате большей автоматизации, что означает увеличение доходов. Таким образом, это дает дополнительные деньги для поддержки рабочих мест в сфере услуг.

Из-за огромного количества рабочих мест, на которые может повлиять ИИ, крайне важно устранить потенциальные ловушки этих технологий. Бизнес должен преодолеть проблемы доверия и предвзятости, связанные с ИИ, путем достижения эффективной и успешной реализации, которая дает возможность всем извлечь выгоду.

Правительства должны обеспечить, чтобы выгоды от ИИ широко распределялись по всему обществу, чтобы предотвратить социальное неравенство между теми, кто пострадал и не пострадал в результате этих событий. Например, это может быть за счет увеличения инвестиций в обучение.

С дополнительной экономией от внедрения систем искусственного интеллекта работодатели должны также сосредоточиться на повышении квалификации своих нынешних сотрудников. Чтобы правильно использовать возможности ИИ, мы должны решить эту проблему на уровне образования, а также в бизнесе. Системы образования должны сосредоточиться на обучении студентов ролям, непосредственно связанным с работой с ИИ, включая программистов и аналитиков данных. Это требует большего внимания к предметам STEM (наука, технология, инженерия и математика). Также следует поощрять предметы, связанные с формированием творческих, социальных и эмоциональных навыков. В то время как искусственный интеллект будет более продуктивным, чем человеческие рабочие, для выполнения повторяющихся задач, люди всегда будут превосходить машины в работах, требующих построения отношений и воображения.

Искусственный интеллект изменит наш мир как внутри, так и вне рабочего места. Вместо того чтобы сосредоточиться на страхе, связанном с автоматизацией, предприятиям необходимо использовать эти новые технологии, чтобы обеспечить внедрение наиболее эффективных систем искусственного интеллекта для улучшения и дополнения человеческого интеллекта. Отделы обслуживания клиентов также получают автоматизацию преобразования с введением инструментов, таких как чат-боты. Эти инструменты для работы с потребителями автоматизируют типичные взаимодействия с клиентами, отвечая на запросы немедленно и только отсылая клиентов к представителю, когда чат-бот недостаточен для обработки их потребностей. До 80 процентов взаимодействий по обслуживанию клиентов может быть обработано только с помощью чат-бота. Будущее HR ав-

томатизировано, и с учетом того, что многие предприятия уже используют системы управления персоналом для оптимизации своих процессов, интегративные решения будут становиться все более популярными. Это не должно быть сюрпризом, учитывая все преимущества автоматизации ваших процессов управления персоналом.

#### Список литературы

1. Баканов М.И., Шеремет А.Д. Теории экономического анализа. – М.: Финансы и статистика, 2010.
2. Барнгольц С.Б. Экономический анализ хозяйственной деятельности предприятий и объединений. – М.: Финансы и статистика, 2006.
3. Баронов В.В. Автоматизация управления предприятия. – М.: Инфо-М, 2010.
4. Берновский Ю.Н. Стандарты и качество. – М.: Изд-во Стандартов, 2004.
5. Богатко А.Н. Основы экономического анализа хозяйствующего субъекта. – М.: Финансы и статистика, 2010.

### ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ О РОЛИ И МЕСТЕ МАТЕМАТИКИ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА (ГЛАЗАМИ РЕСПОНДЕНТА)

*Мишенина Д.И.<sup>1</sup>, Шульженко А.Ю.<sup>2</sup>*

*Научный руководитель – к.п.н., доцент Селякова Л.И.<sup>3</sup>*

*Донецкий национальный университет, г. Донецк*

*e-mail: <sup>1</sup>mishenina.daria@gmail.com, <sup>2</sup>arina.shulya@gmail.com,  
<sup>3</sup>l.seliakova@donnu.ru*

**Аннотация.** В статье описаны разработка и реализация исследовательского проекта в рамках научной работы магистранта. Проект был задуман как социологическое исследование получения данных для их использования в научном эксперименте по методике обучения математике. Цель проекта – сбор и обработка информации для научного исследования: мониторинг общественного мнения о роли и месте математики в жизни респондента. В результате проектной деятельности составлена анкета, реализован опрос респондентов, проанализированы полученные результаты анкетирования и представлена инфографика анализа полученных данных.

**Ключевые слова:** обучение математике, социологическое исследование, инфографика.

### A RESEARCH PROJECT ON THE ROLE AND PLACE OF MATHEMATICS IN HUMAN LIFE (THROUGH THE EYES OF THE RESPONDENT)

*Mishenina D.I., Shulzhenko A.Y.  
Scientific supervisor – Selyakova L.I.*

**Abstract.** The article describes the development and implementation of the research project within the scientific work of a master's student. The project was conceived as a sociological research of data acquisition for their use in a scientific experiment on the methodology of mathematics teaching. The aim of the project is to collect and process information for a

scientific study: monitoring public opinion on the role and place of mathematics in the life of the respondent. As a result of the project activity the questionnaire was compiled, the survey of respondents was implemented, the results of the questionnaire were analyzed and an infographic of the analysis of the data obtained was presented.

**Keywords:** learning mathematics, sociological research, infographics.

В повседневной жизни часто приходится задумываться о том, на какое время лучше поставить будильник, как долго будут вариться яйца для утреннего завтрака, сколько сдачи даст водитель в автобусе, после очередного подорожания стоимости проезда и т.д. И это – только малая часть примеров использования простейших математических, в том числе арифметических, знаний. На самом деле, знания, необходимые для простых манипуляций с числами, обучающиеся усваивают в течение первых четырёх лет обучения в школе. Зачем тогда изучать математику дальше? Этот вопрос часто задают школьники учителям. Под этим вопросом скрываются проблемы мотивации обучения математике в школе.

Причины проблемы могут быть различного характера: недостаточное количество практико-ориентированных заданий, отражающих практическое применение математики; сложность самого предмета; нарушения внутри предметных и межпредметных связей и т. д. С целью уточнения реальной ситуации для дальнейшей разработки частных методик обучения математике, направленных на преодоление выявленных сложностей, нами было спланировано, разработано и реализовано социологическое исследование, – в рамках проектной работы студентов. Имея перед собой сводные числовые характеристики, полученные при специально организованном массовом наблюдении социальных явлений, возможно использовать их как прочный фундамент для конкретного научного исследования [2].

**Цель проекта** – сбор и обработка информации для научного исследования: мониторинг общественного мнения о роли и месте математики в жизни отдельного человека (глазами респондента).

**Задачи проекта:**

- 1) составить анкету для опроса респондентов;
- 2) реализовать опрос респондентов разных возрастных и социальных групп с использованием различных средств;
- 3) проанализировать полученные результаты по разным вопросам и в различных возрастных группах;
- 4) представить инфографику анализа полученных данных.

**Этапы проекта.**

1. Подготовительный:

- изучение круга вопросов, важных для проведения научного исследования;
- составление оптимальной (с точек зрения точности формулировок и количества вопросов) анкеты для опроса респондентов;

- изучение возможностей (анкетирование, интервьюирование) и средств для реализации опроса респондентов различных возрастных и социальных групп.

2. Сбор информации: проведение опроса.

3. Аналитический:

- обработка и анализ собранной информации;
- оформление результатов анализа.

Данный проект подразумевает опрос людей разных возрастных групп и социального положения.

Результаты проекта будут использованы в научных исследованиях, – на первом этапе педагогического эксперимента.

Для реализации проекта нами изучена классификация социологических исследований и выбрано описательное исследование, объектом которого выступает достаточно большая общность людей, не однородная по своим характеристикам, что позволяет делать сравнение и сопоставление. Данный выбор обусловлен небольшими сроками проведения социологического исследования, а также возможностью охватить группы разных возрастных категорий, с разным уровнем образования и т. д.

В социологии различают опросные и не опросные методы. Было отдано предпочтение опросному методу. Безусловно, мы можем привести большое количество литературы, связанной с формированием у обучающихся мотивации к изучению математики и выявлением причин низкой мотивации. Наш опрос связан не только с проблемой мотивации обучения математике и охватывает людей разных возрастных категорий и социальных групп. Кроме того, такой опрос дает возможность самостоятельно изучить «взгляд со стороны» на указанную проблему и ее масштабы.

К опросным методам относится анкетирование и интервьюирование.

*Анкетирование* – это вопросно-ответная форма организации теста. Предполагает самостоятельное заполнение анкеты респондентами. Возможно индивидуальное и групповое анкетирование, очное и заочное [2].

Анкетирование является наиболее распространённым методом сбора социологической информации. При подготовке исследования и сбора информации нами была разработана социологическая анкета.

*Социологическая анкета* – это объединенная единым исследовательским замыслом система вопросов, направленных на выявление количественных и качественных характеристик объекта исследования [2].

Анкетные вопросы несут в себе важные функции, которые разбиваются на индикаторные, коммуникативные и инструментальные [4].

В процессе разработки вопросов анкетирования нами учитывалось, что поставленный вопрос должен обеспечивать получение искомой информации, т.е. чтобы формулировка вопроса не искажала результаты для

проверяемой характеристики – в этом состоит *индикаторная функция* анкетных вопросов [4].

В процессе анкетирования происходит так называемая связь между исследователем и респондентом. Для достижения взаимопонимания сторон, при составлении анкеты важно учитывать социально-психологические особенности опрашиваемых: их информированности и компетентности, памяти и аналитических способностей. Таким образом выполняется *коммуникативная функция* анкетных вопросов [4].

*Инструментальная функция* связана с соблюдением специальных требований, предъявляемых к измерительным возможностям социологического исследования, построению шкал и индексов, формируемых на базе блоков вопросов. Речь идет о таких оценках, как точность и устойчивость измерений, проводимых с помощью вопросов шкального типа [1].

Каждый вопрос анкеты содержит свою логическую структуру, которая определяется наличием обязательных элементов [4]:

- а) базисной информации;
- б) указанием на недостаточность известной информации и необходимость её восполнения или уточнения.

При разработке базисной части вопроса рекомендуют соблюдать правила:

- а) информация в равной степени известна и социологу и опрашиваемому;
- б) формулировка однозначно понимается и социологом, и респондентами;
- в) отсутствие влияния явных и неявных ожиданий социолога по поводу одобряемых и неодобряемых ответов [4].

Приведём пример реализации нами указанных требований при составлении вопросов анкеты. Так, одним из интересующих нас является мнение респондентов о влиянии изучения математики на формирование исследовательских навыков. При формулировании соответствующего вопроса важно не «натолкнуть» опрашиваемого на ответ, поскольку мы сами не сомневаемся в существовании такого влияния. Как видно из полученных результатов анкетирования, ответы респондентов достаточно разнятся между собой. Можно сказать, что удалось сформулировать этот и другие вопросы соответственно требованиям.

Помимо формулирования вопросов, также важна их логическая последовательность в анкете. Вопросы в начале анкеты должны быть наиболее простые, нейтральные по смыслу. Их задача – заинтересовать собеседника, ввести в курс обсуждаемых проблем. Сложные вопросы, требующие размышлений, работы памяти, размещаются в середине анкеты. И к концу анкеты трудность вопросов должна снижаться [2].

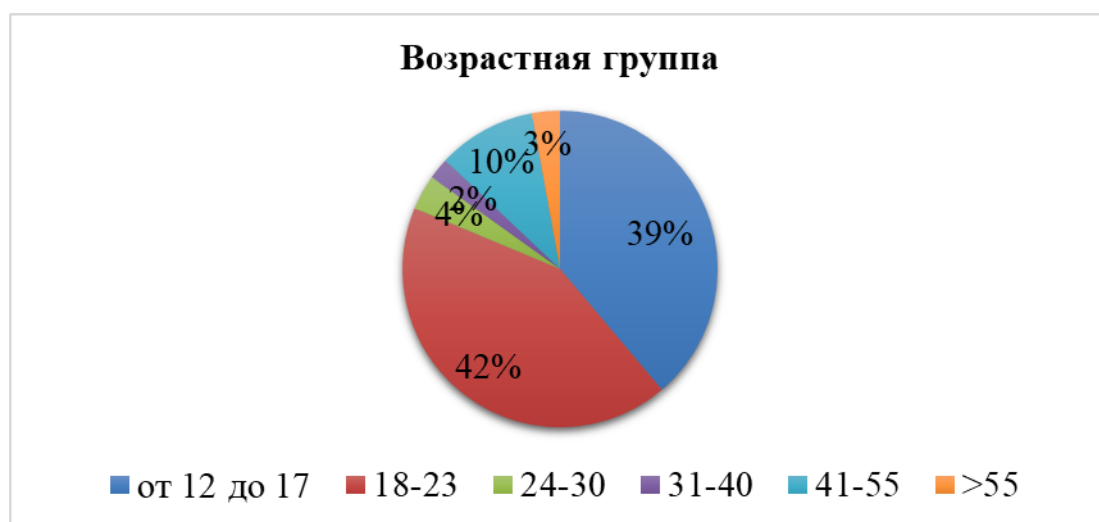
Нами была разработана анкета с учетом правильного построения ее композиции, требований к формулировке вопросов, необходимости использования вопросов различного типа (в соответствии с их обширной классификацией).

Для анкетирования нами привлечены респонденты всех возрастных групп, начиная с 12 лет. Ограничение от 12 лет обусловлено тем, что зачастую трудности в изучении математики возникают у детей в тот самый момент, когда предмет «Математика» разделяется на алгебру и геометрию. К тому же, наша анкета содержит группу вопросов, ответы на которые, хотя и простые, не известны школьнику до седьмого класса обучения. Для того, чтобы эти математические вопросы были одинаково актуальны для всех имеющих возрастов, нижнюю возрастную границу мы определили в 12 лет.

Опрошенные респонденты относятся также к различным социальным группам. В нашем исследовании признаком для определения принадлежности к той или иной группе является занятость опрошенных. Это категории: учусь (школьник, студент) и не работаю; учусь и работаю; работаю и не учусь; не учусь и не работаю.

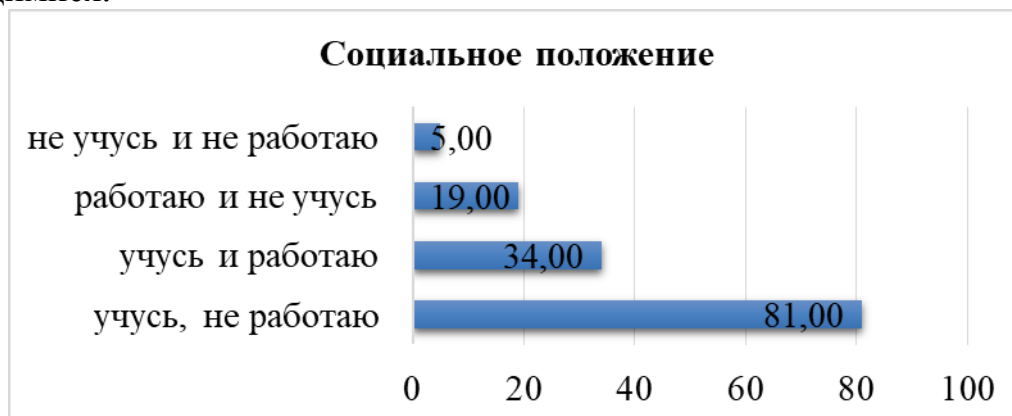
Анкетирование мы осуществляли очно и заочно. Заочное анкетирование было реализовано с использованием информационно-коммуникационных средств, с помощью конструктора от сервиса Google. Google формы позволяют создать настраиваемые анкеты. Удобство использования данного конструктора состоит в последующей обработке полученных данных. Для разработчиков анкеты автоматически создаётся общая сводка количественных данных представленных в виде диаграмм разного типа. Также есть возможность увидеть анкету каждого респондента в отдельности. В условиях пандемии и вынужденного удаленного общения такой вариант анкетирования очень удобен в использовании.

В анкетировании приняли участие 139 респондентов. Среди опрошенных преобладает возрастная группа людей от 18 до 23 лет включительно. На втором месте по численности группа, относящаяся к категории от 12 до 17 лет включительно. Самая малочисленная группа – люди от 31 до 40 лет включительно. Мы не преследовали цели обеспечить равномерное вхождение всех возрастных групп в число опрошенных, однако старались, чтобы все категории были представлены. Круговая диаграмма, отображающая процентное соотношение респондентов различных возрастных групп, принявших участие в анкетировании, представлена на рис. 1.



*Рис. 1. Диаграмма процентного соотношения количества респондентов различных возрастных групп*

Анализируя социальное положение участников исследования, можно отметить, что большинство из опрошенных являются учащимися школ или высших учебных заведений. Это обусловлено тем, что подавляющее число опрошенных имеют возраст от 12 до 23 лет. Линейчатая диаграмма (рис. 2) наглядно отображает, что больше половины опрошенных являются обучающимися.



*Рис. 2. Количественное распределение респондентов в зависимости от профессиональной или учебной занятости (чел.)*

Среди 139 опрошенных 120 человек считают, что математика нужна в повседневной жизни, и в качестве примера, где они используют математические знания, приводят чаще всего ситуацию подсчёта денег в магазине. Однако 19 человек утверждают, что математика в их жизни не используется, но в то же время, 7 из них, в открытой части вопроса, указывают случаи, когда её применяют. Одним из необычных примеров применения математики является подсчёт тональностей при игре на фортепиано. Целесообразно определить данный ответ в категорию «работа». Другие варианты ответов и их количество представлены на рис. 3.



*Рис. 3. Распределение числа респондентов в зависимости от ответа на вопрос об использовании математических знаний*

В анкете присутствует группа вопросов, представляющих собой простейшие практико-ориентированные математические задачи. Анализ ответов на такие вопросы позволили не только отобразить количество правильно решенных простейших практико-ориентированных математических задач респондентами, но и выделить группу тех задач, с которыми смогли справиться большинство из опрошенных. Видимо, эти задачи отражают категорию математических знаний, которые наиболее часто используются в повседневной жизни людей. К таким относятся: задачи на проценты, задачи на отыскание скорости, задачи на отыскание площади. Однако чтение простейшего графика, вычисление гипотенузы треугольника с двумя заданными катетами, а также определение названия траектории полёта брошенного тела вызвали наибольшие затруднения. Сопоставляя категории вопросов, связанных с использованием математических знаний, (рис. 3) и типы задач, которые смогли решить большинство людей, мы можем сделать вывод, что знания, которые находятся в постоянном применении в процессе жизнедеятельности достаточно прочно и надолго сохраняются в человеческом сознании.

На вопрос о том, нравилось (или нравится) ли изучать математику в школе, 54% опрошенных ответили «нет», а 70% респондентов признали, что испытывали (или испытывают) трудности при изучении математики в школе. Отсюда следует одна из причин низкой мотивации к изучению предмета – математика действительно является сложной наукой, легко потерять интерес школьников к обучению по причине непонимания.

По результатам исследования большее количество опрошенных считают геометрию более трудной дисциплиной, чем алгебра. Скорее всего, данные показатели обусловлены тем, что геометрия требует приведения логических доказательств, а задания на доказательство считаются одними из самых трудных. Кроме того, не каждый имеет хорошо развитое пространственное воображение и мышление, которые необходимо развивать в процессе обучения.



Трудно не согласиться с 92% респондентов, которые считают, что от личности учителя зависит отношение обучающихся к математике. Но несмотря на то, что 70% испытывали (испытывают) трудности при изучении математики, всего лишь 22% опрошенных имеют негативное отношение к своим преподавателям. Эти данные представлены на рис. 4.



*Рис. 4. Диаграмма процентного соотношения количества респондентов в зависимости от отношения к учителю математики*

Полученные результаты проекта будут использоваться в исследовании по методике обучения математике – в магистерской диссертации. В частности, поэтому анкета содержит вопросы о влиянии изучения математики на формирование исследовательских навыков и творческого мышления [3]. Взгляд людей на такие проблемы как формирование творческого мышления и эвристических приёмов в процессе изучения математики даёт нам представление о том, какой потенциал опрошенные видят или не видят в этой науке для себя. По результатам – 47% опрошенных не связывают изучение математики с возможностями развития творческого мышления. При очном анкетировании многие впервые открывают для себя, что слова «математика» и «творчество» могут стоять в одном предложении. Отсюда вытекает новая проблема: в процессе изучения математики многие учащиеся осваивают лишь алгоритмические способы решения типовых заданий, т.е. отдают предпочтение учебной деятельности по образцу. Нестандартные задачи, задачи, требующие поиска новых решений, задачи на исследование какого-либо явления средствами математики остаются невостребованными.

По результатам опроса можно выделить трудности, с которыми респонденты связывают изучение математики. Основной проблемой, которая выдвигается на первый план, остаётся мотивация к изучению предмета.

Для того, чтобы презентовать целостную картину результатов социологического исследования, мы обратились к такому методу представления данных с помощью визуальных элементов, как инфографика (рис. 5).

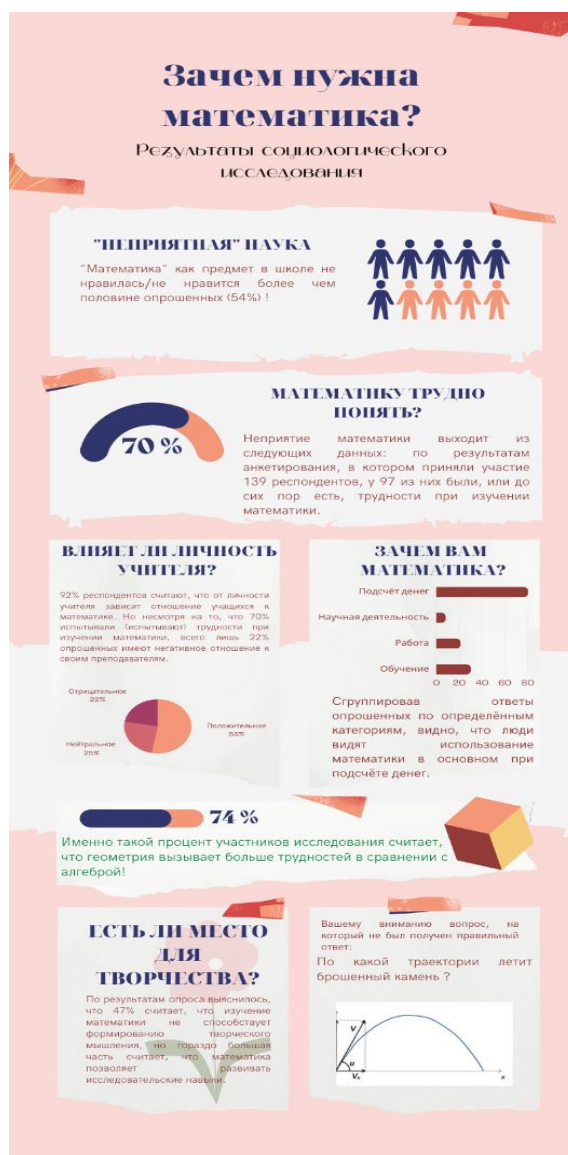


Рис. 5. Инфографика основных результатов опроса

Инфографика дает возможность упростить подачу информации и акцентировать внимание. На данный момент в сети Интернет существует множество разнообразных конструкторов инфографики с огромным количеством функций.

Как оказалось, при поиске подходящего конструктора для создания инфографики, лишь немногие сервисы поддерживают русскоязычный интерфейс и являются при этом условно бесплатными. Наш выбор остановился на конструкторе – Canva [5]. Данный сервис позволяет быстро, легко и креативно создать инфографику.

Сам по себе редактор Canva является простым в использовании, но при этом multifunctional. В Canva можно легко сделать инфографику любой сложности. На выбор – более 50 бесплатных шаблонов. Для удобства они разбиты по темам и типам: образование, бизнес, благотворительность, инструкции, временная шкала. Бесплатно можно пользоваться тысячами изображений из банка сервиса.

Для того, чтобы воспользоваться конструктором, необходимо:

- выбрать шаблон (графика или диаграммы, к примеру);
- добавить данные или информацию;
- добавить значки, иллюстрации из библиотеки сервиса;
- изменить цвет, шрифт, фоновое изображение и т.п.;
- скачать, распечатать или поделиться инфографикой с кем угодно.

В этих пяти пунктах и заключается работа человека, который хочет интересно визуализировать статистические данные либо любую другую информацию.

В ходе работы над проектом нами был изучен круг вопросов, важных для осуществления научного исследования. К таким вопросам относятся: особенности разработки и реализации социологического исследования, составление анкеты и реализация опроса, посвященного некоторым проблемам обучения математике, обработка и оформление результатов исследования с помощью инфографики.

Нами была разработана анкета и проведено анкетирование в очном и заочном форматах. Сбор данных осуществлялся среди людей различных возрастных категорий и социальных групп.

Исследование осветило важные проблемы, которые должен видеть перед собой учитель математики. Одной из главных остается проблема учебной мотивации.

Результаты проекта представлены при помощи инфографики. Полученные данные будут использованы в экспериментальной части магистерской диссертации.

#### **Список литературы**

1. Девятко И.Ф. Методы социологического исследования. – Екатеринбург: Изд-во Урал, Унта, 1998. – 208 с.
2. Кучко Е.Е., Бурова С.Н., Филинская Л.В. Методология и методы социологических исследований: пособие. – Минск: БГУ, 2018. – 251 с.
3. Селякова Л.И., Мишенина Д.И., А.Ю. Шульженко Формирование творческого мышления при обучении решению уравнений и неравенств на основе эвристического подхода // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: материалы V Международной научной конференции (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). Том 6: Педагогические науки. Часть 2 / Под общ. ред. проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. С. 71-73.
4. Яковлева Н. Ф. Социологическое исследование: учеб. пособие. – 2-е изд., стер. – Москва: ФЛИНТА, 2014. – 250 с.
5. Canva: бесплатный онлайн инструмент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.canva.com/> (дата обращения: 21.01.22).

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНЛАЙН-ДОСКИ MIRO НА УРОКАХ «ОКРУЖАЮЩИЙ МИР»

Мишина А.А.<sup>1</sup>

Научный руководитель – к.п.н., доцент Моргачева Н.В.<sup>2</sup>

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец

e-mail: annamushina968@gmail.com<sup>1</sup>, biokafe@yandex.ru<sup>2</sup>

**Аннотация.** В интернет-пространстве существует множество цифровых образовательных ресурсов и платформ, которые учителя могут использовать для передачи знаний. Говоря о специфике одного из современных инструментов для совместной удаленной работы – виртуальной доски Miro, в данной статье раскрываются преимущества и недостатки ее использования на уроках «Окружающий мир». Демонстрируется, как с помощью новых программ можно решить проблему отсутствия очного обучения, а также дать возможность получить необходимые знания и практические навыки.

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, урок «Окружающий мир», онлайн-доска Miro.

## USING THE ONLINE MIRO BOARD IN THE LESSON OF THE WORLD AROUND

Mishina A.A.

Scientific supervisor – Morgacheva N.V.

**Abstract.** There are many digital educational resources and platforms in the Internet space that teachers can use to transfer knowledge. Speaking about the specifics of one of the modern tools for remote collaboration – the Miro virtual whiteboard, this article reveals the advantages and disadvantages of using it in the lessons "The World around". It demonstrates how with the help of new programs it is possible to solve the problem of the lack of full-time education, as well as provide an opportunity to gain the necessary knowledge and practical skills.

**Keywords:** distance learning, lesson "The world around", online board Miro.

В условиях перехода школы к реализации новых современных технологий обучения главным направлением развития начальной школы является повышение качества образования, создание условий для развития личности каждого ученика через совершенствование системы преподавания.

Наличие в начальном общем образовании таких насущных проблем, как снижение уровня успеваемости, познавательной активности, интереса к предметам естественнонаучной направленности обусловлены недостаточным владением учителями современными информационными технологиями.

На сегодняшний день современное обучение предполагает активное использование различных инновационных средств обучения. Современные технические устройства дают возможность учителю эффективно планиро-

вать свою работу, проводить занятия, принимать своевременные меры для корректировки «проблемных зон» в знаниях учащихся.

Технические средства обучения – это устройства и приборы, которые повышают эффективность и качество обучения путем демонстраций, а также при помощи аудиовизуальных средств. Главным критерием отбора интерактивных средств обучения для начальной школы является содержание учебной деятельности. На первые места выходят учебная и игровая деятельность, поэтому оборудование для начальной школы должно быть представлено максимально простыми в освоении и удобными в использовании учащимися младшего школьного возраста.

В сложное время пандемии COVID-19 актуальным стало появление дистанционных форм обучения. Дистанционное обучение представляет собой процесс взаимодействия педагога и учащихся на расстоянии с применением, предназначенных для этого технических средств. Онлайн-обучение позволяет улучшить результаты обучения, способствует эффективному восприятию и большей информативности.

Сетевые ресурсы интернета дают возможность использовать множество цифровых образовательных ресурсов и платформ, которые учителя могут использовать для передачи знаний. Доска Migo – один из наиболее удачных инструментов обучения онлайн, доступ к которой осуществляется через сеть интернет. Migo – отличный помощник педагога в организации образовательного процесса и взаимодействия с учащимися на расстоянии.

Доска Migo – типичная виртуальная доска с множеством инструментов, основанная россиянином Андреем Хусидом. Здесь присутствует поддержка многих медиа-форматов. Интерактивная доска имеет множество полезных функций. Можно прикреплять стикеры, документы, картинки из учебника, рисовать геометрические рисунки, присутствует возможность копировать адрес ссылки на статью или словарное определение и т.д. На платформе есть ментальные карты, графики, видео чат, голосование, тегирование. Интерфейс сервиса на английском языке, но вполне понятен. Пользоваться программой можно бесплатно через официальный сайт, достаточно зарегистрироваться, создать проект и поделиться ссылкой на него с участниками. Работа сопровождается всплывающими окнами с подсказками, а все действия отображаются в специально предназначенной для этого панели.

Доска Migo имеет ряд преимуществ:

1. Все необходимые материалы к уроку будут находиться в одном месте – на доске Migo. Учебники или рабочие тетради легко поместятся на онлайн-доске.
2. Все прикрепленные материалы легко увеличиваются или уменьшаются до желаемых размеров.

3. Домашнее задание, выполненной на этой же доске, при проверке работы не нуждается в каких-либо вспомогательных сайтах.

4. По завершению занятия все материалы сохраняются. К доске можно возвращаться в любое время.

5. Во время работы на онлайн-доске Miro участники смогут увидеть только саму доску и ее содержимое, а про другие открытые вкладки или заметки никто не узнает.

Следует также отметить, что использование онлайн-доски делает учебный процесс более интересным и эффективным. Но, не смотря на существенные преимущества, у доски Miro есть и недостатки:

1. Доска может зависать из-за крупных приложений, а с мобильного телефона идет длительная загрузка.

2. Бесплатное пользование дает возможность на создание лишь трех досок для совместного обучения.

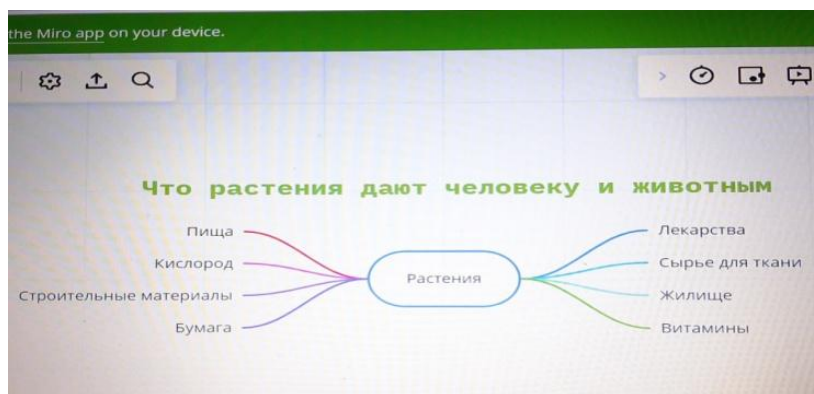
Чтобы лучше понять организацию работы на онлайн-доске Miro, рассмотрим ее использование на уроках «Окружающий мир» в начальной школе.

«Окружающий мир» – достаточно сложный предмет, но, в то же время, нескучный, занимательный и познавательный. И для того, чтобы привлечь любопытство к предмету, необходимо сделать урок творческим и небезынтересным. Здесь и приходят на помощь современные технические средства обучения, а именно интерактивная доска. Использование онлайн-доски на уроках «Окружающий мир» позволяет формировать и развивать у младших школьников такие компетенции, как учебно-познавательные, информационные, общекультурные и коммуникативные. Уроки окружающего мира в начальной школе проводятся с использованием большого количества иллюстративного материала, так как для младшего школьного возраста, преобладающим является наглядно-образное мышление.

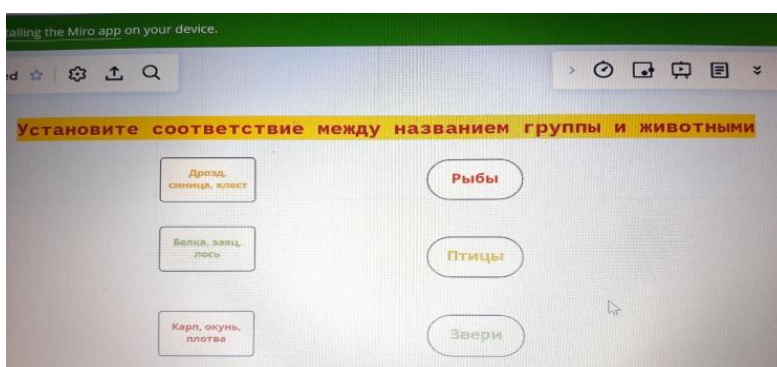
Рассмотрим, какие формы работы с интерактивной доской Miro могут быть задействованы на уроках «Окружающий мир», а также, на каких этапах работы могут быть использованы данные формы.

Формы работы с интерактивной доской Miro:

1. Работа со схемами. Данное упражнение позволяет структурировать изученный материал, систематизировать и обобщить. Может использоваться на разных этапах работы. *Например, при изучении темы «Растения» учителем может быть предложена подобная схема для работы на уроке с детьми.*



2. Установление соответствия. Такие задания логично использовать на этапе закрепления. Они направлены на выработку умения обобщения знаний, выявления причинно-следственных связей и т.п. *Например, по завершению темы «Животный мир» или целого раздела учитель может предложить задание такого типа.*



3. Работа с изображениями. Данная форма может быть использована при изучении нового материала, при обобщении и первичной проверке знаний (используется прием подстановки правильных ответов, либо выполнения надписей к рисунку).

4. Работа с кроссвордами. Упражнение позволяет в игровой форме проверить качество знаний учащихся. Используется на обобщающих уроках или первичной проверке знаний.

Формы использования доски Міго на уроках окружающего мира:

- Интерактивный учебник. Для использования такого учебника нужно наполнить доску материалами урока, а с помощью скриншера можно управлять вниманием учеников. Таймером возможно ограничивать время на выполнение заданий.

- Групповая работа. Учителем может быть предложена работа над проектом в группах, используя шаблоны для определения задач, назначая ответственных и следя за тем, кто проявил наибольшую активность. При необходимости можно корректировать работу в стикерах или комментариях.

- Вариант преподавателя. Учитель может предложить свою версию работы.

Пожалуй, самый много применяемый способ работы с интерактивной доской на уроках «Окружающий мир» – презентация.

Презентация переводится с английского языка как «представление». Существуют мультимедийные презентации. Такие презентации очень удобный и эффективный способ представления информации с помощью компьютерных программ. Он сочетает в себе динамику, звук и изображения, то есть те факторы, которые свойственны детям младшего школьного возраста. Одновременное воздействие на важнейшие органы восприятия, а именно слух и зрение, позволяют достичь большего эффекта. Таким образом, облегчение процесса восприятия и запоминания информации с помощью ярких образов – это основа любой современной презентации.

На уроках «Окружающий мир» интерактивная доска Miro как раз и реализует один из важнейших принципов обучения в начальной школе – наглядность. Информация становится более легкодоступной и понятной. Например, при изучении темы «Солнечная система, ее строение и характеристика» логична работа по выстраиванию объектов по каким-либо признакам: размерам, плотности, массе. При работе с географическими объектами на карте можно провести работу по выделению границ государств, организовать виртуальное путешествие по различным территориям России. Интересна работа по теме «Жизнь растений и животных», которая предполагает распределение животных и растений по классам, по средам обитания, по группам по отношению к свету и др.

Экран притягивает внимание, которого порой учитель не может добиться при фронтальной работе с классом. Интерактивная доска на уроке «Окружающий мир» с 1 класса становится важным и нужным инструментом, а также позволяет учителю, с хорошо развитым творческим потенциалом, традиционный урок превратить в своеобразную «сказку» для детей, на котором они захотят остаться даже после звонка. Но учитель начальных классов должен учитывать возрастные и психологические особенности младших школьников, поэтому работа с использованием технических средств должна быть четко продумана и дозирована.

Итак, интерактивная доска Miro является полезным, удобным и эффективным помощником обучения онлайн для учащихся младших классов. Она является незаменимым инструментом в создании содержательного, интересного и результативного урока. Это способствует повышению качества знаний, самооценки учащихся, мотивации и познавательного интереса к занятиям, вызывает привычку к систематической учебной деятельности и способствует дальнейшему саморазвитию и самообразованию. Использование онлайн-доски Miro очень рационально и практично, так как она имеет возможность собрать все необходимые учебные материалы в одном месте одновременно, имеет бесконечное пространство, понятный интерфейс и удобную навигацию. К минусам, пожалуй, можно отнести



лишь то, если интернет соединение плохое, то картинки медленно загружаются, но эту проблему можно решить, создав pdf-дубликат доски, а также прикрепив на доску ссылку.

Уроки «Окружающий мир» с интерактивной онлайн-доской Miro становятся яркими, потрясающими и интересными для учащихся начальной школы. Это позволяет развить в школьниках фантазию, мышление, повысить творческий потенциал и привить интерес к предмету.

#### Список литературы

1. Красикова О.А. Miro-интерактивная онлайн-доска, незаменимый помощник при организации обучения с применением дистанционных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lurok.ru/categories/16/articles/35107> (15.05.2022)

2. Разохотская М.В. Использование интерактивной доски MIRO на уроках иностранного языка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://multiurok.ru/index.php/files/ispolzovanie-interaktivnoi-doski-miro-na-urokakh-i.html> (15.05.2022)

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ БИЗНЕСА В ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ

*Мусаев З.Х.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – д-р э. н., профессор Доргушаова А.К.<sup>2</sup>*

*ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», г. Майкоп*

*e-mail: Musaev.zoro@mail.ru<sup>1</sup>, asdor81@mail.ru<sup>2</sup>*

**Аннотация.** В этой статье рассматриваются информационные системы для бизнеса и различные типы бизнес-информационных систем, а также их использование в бизнесе, например, помощь в выборе решений, стратегическое планирование и управление запасами. Приводятся пять компонентов бизнес-информационных систем и изложены требования к эффективным системам.

**Ключевые слова:** информационная система, новые технологии, электронная коммерция интернет-магазин, поставки, производители, Интернет-банкинг.

## INFORMATION SYSTEMS FOR BUSINESS IN E-COMMERCE

*Musaev Z.H.*

*Scientific supervisor – Dorgushaova A.K.*

**Abstract.** This article discusses business information systems and various types of business information systems, as well as their use in business, for example, assistance in choosing solutions, strategic planning and inventory management. The five components of business information systems are given and the requirements for effective systems are outlined.

**Keywords:** information system, new technologies, e-commerce online store, supplies, manufacturers, Internet banking.

Информационные бизнес-системы используют интегрированные структуры или процедуры в бизнес-объекте, которые используют информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) для поддержки принятия решений путем создания, обработки и предоставления полезной информации для целей. Информационные бизнес-системы состоят из пяти компонентов. Это люди, использующие систему, оборудование, программное обеспечение, базу данных и сеть. Хорошие информационные системы для бизнеса являются гибкими, поэтому они могут предвидеть и применять к изменениям в информационных потребностях бизнеса. Они также должны быть реализованы, выявлены случаи и последствия в соответствии с юридическими и человеческими ресурсами предприятия. Кроме того, хорошие предприятия ликвидности.

Если говорить в целом о перспективах развития систем электронной коммерции, то основные изменения охватывают технологическую составляющую. В настоящее время для покупателя характерен линейный маршрут покупки, при котором началось и завершение покупки с одного устройства. Однако появление популяризации носимых устройств и глубокого проникновения в повседневную жизнь новых технологий (интеллектуальный ТВ, умная бытовая техника, веб-маячки) путь пользователей в ближайшее время очень сильно изменится. Как прогнозируют эксперты, маршрутные пользователи будут иметь множество изгибов и разворотов. К примеру, покупка будет начинаться с преобразования, завершаться в офлайн-магазине или наоборот. При этом в промежутке между ними покупатель будет использовать другие устройства.

Появляется выявление потребительского поведения потребителей с использованием большого количества ресурсов и точек контакта с покупателем для наиболее эффективного маршрута, способствующего совершению покупок.

Произойдет промышленный переход на омниканальные продажи (omni-channel). В этом случае, продажа, согласованные друг с другом, возможность приобрести товары (услуги) с использованием соцсетей, сайт, через приложения либо офлайн и получить заказ наибольшего выбора способа. При этом статистика продаж представлена в одном месте, что дает возможность управлять всеми одновременно. Соответственно, это вызовет перспективные инвестиции в информационную систему и логистику [2].

Электронную коммерцию можно описать как способ ведения бизнеса через онлайн-платформу. Это позволяет покупать и продавать товары и услуги через Интернет. Электронная коммерция представляет собой любую коммерческую транзакцию, которая осуществляется в Интернете. превышение этого определения, онлайн-банкинг является объемом электронной торговли. Как электронная коммерция, так и онлайн-банкинг в значительной степени охватит использование систем бизнес-информации, и это то, что вызывает две горячие темы в бизнес-информации.

Электронная коммерция становится все более заметной с каждым днем. Каждый бизнес сегодня выбирает его в своей деятельности, либо выбирает возможности использования своей электронной коммерции в качестве обслуживания своих клиентов; включает различные ИТ-системы, которые ограничивают административные расходы и процессы. Системы бизнес-информации используются в электронной коммерции для контроля запасов, а также для управления цепочками предложений. Клиентский опыт также является важным компонентом электронной коммерции. Используемая система управления клиентами для обслуживания клиентов. Системы управления клиентами записывают, организуют и планируют контакты компаний с клиентами. Они также получают данные от клиентов, которые являются известными и доступными для анализа целей, целевого маркетинга или любых других целей, для которых они необходимы для бизнеса [1].

Еще одно значение электронной коммерции соблюдается в том, что она требует меньше времени и позволяет пользователям быть гибкими. Кроме того, электронная коммерция помогает венчаниям и покупкам, как только они исчезают. Электронная коммерция также собрала людей по всему миру и уравнила правила игры для розничных продавцов, а малые предприятия теперь могут честно конкурировать с предприятиями, если у них есть правильная стратегия. Ритейлеры могут быстрее узнать, что большой спрос на рынке. Кроме того, электронная коммерция играет важную роль в продвижении экономики и подотчетности в бизнесе. Это также помогло налоговому органу воспользоваться услугами безопасных предприятий.

Электронная роль коммерции также сыграла важную роль в ускорении расширения бизнеса и создании новых рабочих мест. Это также сыграло важную роль в расширении инноваций и производстве цифровых продуктов, таких как онлайн-курсы и электронные книги. Электронная коммерция также важна, поскольку помогает предприятиям поддерживать работу клиентов с помощью созданных баз данных о покупках. В сфере электронной коммерции существует высокая конкуренция, и это важно для того, чтобы убедить продавцов товаров предложить максимальное качество персонализированному клиентскому опыту.

Преимущества, которые бизнес получил от использования в электронной торговле, включают доступ к глобальному рынку, снижению потребления и потребления продуктов для потребителей, оцифровке продуктов и процессов и обеспечению бесперебойной работы. С другой стороны, потребители пользуются широким доступом к продуктам, большим разнообразием, более низкими ценами, более быстрой доставкой, лучшим обслуживанием и более выгодными предложениями.

Даже несмотря на эти барьеры, в электронной коммерции есть все еще возможные последствия. К ним относятся расширенное использование искусственного интеллекта (ИИ), продвинутые чат-боты, покупки в реаль-

ной реальности, быстрая доставка с использованием технологий дронов и прямой результат. В то же время в электронной коммерции обнаружена новая угроза, в том числе системы микроплатежей, предпочтительные мобильные технологии, настольные технологии, использование социальных сетей, варианты возврата, глобальная доступность, выявление и настройка.

Компанией IBM разработана новая облачная платформа IBM Commerce on Cloud, предназначенная для работы в облачных средах. Особенности системы являются улучшение совместного использования данных, автоматизация маркетинговых операций, процессов в цепях поставок, улучшение организации продаж и выполнения заказов. Платформа ориентирована на специалистов компаний в области маркетинга, которые с использованием этого ПО смогут оптимизировать обслуживание клиентов и сократить операционные расходы [1].

Ориентация на мобильных пользователей обусловлена тем, что в настоящее время количество мобильных устройств, с помощью которых совершаются сделки (транзакции), в несколько раз превышает количество стационарных компьютеров. Для решения новых задач компанией разработаны новые решения – IBM System Z и IBM System Z Solution for Mobile Computing. Решения IBM System Z относятся к классу мейнфреймов (mainframe) – больших универсальных высокопроизводительных отказоустойчивых серверов. Они оснащены новыми процессорами Intel Xeon, обеспечивающими высокую производительность, масштабируемость, большую емкость памяти при виртуализированных нагрузках [1].

В современных экономических условиях использование информационно-коммуникационных технологий позволяет получать не только актуальную информацию о состоянии рынка, контрагентах, конкурентах, предпочтениях потребителей, но требует и требует значительного проведения торговых операций [2].

Электронная коммерция предполагает форму любого бизнес-процесса, в котором процесс взаимодействия между объектами реализуется. Бизнес, в основе которого лежат современные информационно-коммуникационные технологии, переносится в онлайн во многие бизнес-процессы (покупки, продажи, сервисное обслуживание, рекламу, рекламные и преследуемые исследования).

Рынок электронной коммерции включает в себя различные сегменты: торговлю товарами (онлайн-ритейл); торговлю услугами (продажа билетов на транспорт, бронирование гостиниц и т.п.); торговлю цифровым контентом (видео, музыка, книги); электронные платежи. С момента своего появления онлайн-банкинг имел большое значение для банковского управления и бизнеса в целом. Это ограничительная операция, накопительные кассы в банках. Кроме того, они имеют доступ к полному спектру банковских услуг. Онлайн-банкинг также привел к финансовой оценке, которая открыла возможности для новых предприятий. Тенденции в онлайн-банкинге также меняются. Некоторыми из действующих технологий явля-

ются обмен сообщениями для службы живого чата, виртуальные помощники, включающие использование ИИ, более широкое использование мобильных приложений, технология частотной поддержки голосовых сообщений, персонализация с использованием связи на основе контекста, банковское самообслуживание и социальные сети.

Однако важно понимать, что онлайн-банкинг также имеет свои проблемы. Ключевой проблемой является рост преступной деятельности. Онлайн-банкинг привлекает хакеров, обнаруженных в системах компрометации онлайн-банкинга. Поэтому личная информация, которая обменивается на платформах онлайн-банкинга, более уязвима. Средства, доступные в Интернете, страдают от таких кибератак. Еще одна проблема возникает в том, что лечение, не разбирающееся в технологиях, может быть трудно использовать платформу онлайн-банкинга для доступа к бесценным им услугам. Кроме того, большая часть банков ограничивает сумму денег, с которой можно совершать онлайн-транзакции.

Выделяют различные модели электронной коммерции в зависимости от потребления групп потребителей. Основными моделями являются электронные коммерции B2B – компания-компания (Business-to-Business) и B2C – компания-потребитель (Business-to-Consumer). Данные модели требуют большой части транзакций в сети Интернет. Также получает все большее распространение модель C2C (consumer-to-consumer) – потребитель – потребитель [2]. В моделях B2B коммерческих организаций выступают как производители, так и покупатели услуг. Данная группа включает в себя электронные группы участников и внутриорганизационные системы, которые используют сеть Интернет для участия в объединении организаций. При этой организации частично используются технологии электронной передачи данных – EDI (электронный обмен данными) в частных сетях или сетях с открытыми услугами – VAN (сети с добавленной стоимостью). В качестве примера таких систем можно представить торговые площадки, биржи, аукционы и порталы. Такие системы требуют быстрого поиска партнеров, заключения и выполнения. С осуществлением этой модели накопления в настоящее время.

Характерная особенность российского рынка электронной торговли, в отличие от других рынков, наблюдается в том, что он слабо консолидирован. На данный момент возникает не менее 40000 интернет-магазинов. Однако только 50 площадок получают 70% оборота и объемов заказов.

Таким образом, бизнес-информационные системы являются ключом к любому бизнесу в частном мире. Ни один бизнес не может добиться успеха на сегодняшнем высококонкурентном рынке без использования технологий в своей деятельности. Электронная коммерция лежит в основе бизнеса и технологий. В мире участвуют игроки и любители, технологии и бизнес – информационные системы будут играть все более важную роль. Проблемы, с которыми приходится сталкиваться в настоящее время, связаны с передовым предприятием возможностью предлагать решения и

улучшать общий опыт для клиентов и предприятий, а также поставлять выгоды для всех участников.

#### Список литературы

1. Платформа электронной коммерции WebSphere Commerce [https://studme.org/84340/ekonomika/platforma\\_elektronnoy\\_kommertsii\\_websphere\\_commerce\\_enterprise](https://studme.org/84340/ekonomika/platforma_elektronnoy_kommertsii_websphere_commerce_enterprise) (дата обращения: 13.05.2022).

2. Фокин В.В. Информационные системы электронной коммерции. Состояние и перспективы [Электронный ресурс] // Вестник науки и образования. – 2018. – № 11 (47). – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-sistemy-elektronnoy-kommertsii-sostoyanie-i-perspektivy-1> (дата обращения: 13.05.2022).

### АНАЛИЗ УЧЕБНИКОВ И УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ ПО ТЕМЕ «ЗАДАНИЯ С ПАРАМЕТРАМИ»

*Пищулина Е.Р.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к.п.н., доцент Черноусова Н.В.<sup>2</sup>*

*<sup>1,2</sup> Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина  
e-mail: <sup>1</sup>[lizochka.romanovna.2017@mail.ru](mailto:lizochka.romanovna.2017@mail.ru), <sup>2</sup>[chernousovi@mail.ru](mailto:chernousovi@mail.ru)*

**Аннотация.** При решении заданий с параметрами учащиеся испытывают большие затруднения. Это связано со многими причинами. Умение решать задания с параметрами требует не только знания свойств уравнений и неравенств и наличия умений выполнять алгебраические преобразования, но и требует формирования развитой логической культуры и закрепления определенной техники исследований. Даже самые простые задания с параметрами требуют наличия исследовательских навыков и способствуют углублению понимания смысла решения уравнений и неравенств в целом. Школьников 9-11 классов ознакомят с приёмами решения таких задач в рамках элективных курсов или факультативов. Следует отметить отсутствие системности в изложении материала школьных учебниках. Задания бессистемны и разрознены. Учителю необходимо самостоятельно подбирать материал, структурировать его.

**Ключевые слова:** задача, задание с параметром, учебники, ЕГЭ по математике.

### ANALYSIS OF TEXTBOOKS AND TUTORIALS ON THE TOPIC «TASKS WITH PARAMETERS»

*Pishchulina E.R.*

*Scientific supervisor – Chernousova N.V.*

**Abstract.** When solving tasks with parameters, students experience great difficulties. This is due to many reasons. The ability to solve tasks with parameters requires not only knowledge of the properties of equations and inequalities and the ability to perform algebraic transformations, but also requires the formation of a developed logical culture and the consolidation of a certain research technique. Even the simplest tasks with parameters require research skills and contribute to a deeper understanding of the meaning of solving equations and inequalities in general. Schoolchildren in grades 9-11 will be introduced to the methods of solving such problems within the framework of elective courses or electives. It should be

noted the lack of consistency in the presentation of the material in school textbooks. Tasks are unsystematic and scattered. The teacher needs to independently select the material, structure it.

**Keywords:** task, task with a parameter, textbooks, USE in mathematics.

Задания с параметрами относят к одним из самых сложных и трудных заданий по математике. С чем связана сложность и трудность рассматриваемых заданий? Обратимся к школьному курсу математики. В школьном курсе математики данная тема рассматривается поверхностно, либо не изучается вовсе. Сложность решения задач с параметрами заключается в том, что учащиеся путаются в обозначениях переменной и параметра. Необходимо отметить, что существует огромное количество учебников и научной литературы по математике, но найти учебник, в котором подробно изложен материал на доступном языке сложно. В школьной программе параметры не изучаются как отдельная тема, но, как нам известно, в едином государственном экзамене по математике (и не только) задания традиционно встречаются. Перед нами возникла проблема – провести сравнительный анализ учебников и учебных пособий, раскрывающих различные методы обучения решению заданий с параметрами.

Рассмотрим учебник Амелькина В.В., Рябцевич В.Л., «Задачи с параметрами: Справочное пособие» [1]. Книга содержит 727 задач с параметрами и предназначена для расширенного преподавания математики в средней школе и для подготовки к вступительным экзаменам в ВУЗы.

В учебнике Голубева В.И. «Решение сложных и нестандартных задач по математике» рассматриваются методы решения всё более сложных задач по алгебре и началам математического анализа [3]. Большинство задач, рассматриваемых в книге, взяты из вариантов вступительных экзаменов на различные факультеты высших учебных заведений, предъявляющих высокие требования к математическим знаниям. В ней описаны малоизвестные эффективные методы решения нестандартных задач, таких как метод трёх точек, метод замены множителя, метод минимакса. Впервые информация об этих методах была опубликована вне журнала. Описаны малоизвестные приёмы решения задач, которые обеспечивают быстрое нахождение ответа. Отмечено, что существует множество проблем с параметрами. Основная цель этой книги – устранить страх при изучении идей и методов решения нестандартных задач. Материал, представленный в книге, является частью цикла лекций, прочитанных автором для школьников и учителей в разных регионах страны. Пособие предназначено для учителей и учащихся средних школ, студентов педагогических колледжей и университетов.

В учебном пособии Высоцкого В.С. «Задачи с параметрами при подготовке к ЕГЭ» рассматриваются решения задач с параметрами, которые для многих студентов традиционно являются задачами повышенной трудности. Задачи классифицированы как по типу, так и по способу решения, начиная от простейших задач и заканчивая сложными задачами, встречающихся на олимпиадах, ЕГЭ и вступительных экзаменах в МГУ. Для

учащихся 8-11 классов, преподавателей школ, колледжей, гимназий и слушателей подготовительных курсов [2].

В книге Горштейна П.И., Полонского В.Б., Якира М.С. «Задачи с параметрами» рассмотрены аналитические, функциональные и графические методы решения задач с параметрами на основе более 700 задач, большинство из которых были предложены на вступительных экзаменах в ведущие университеты. Помимо деления на главы и параграфы пособие содержит в себе пункты о конкретных типах задач или приёмах из разрешения. Часть задач разобрана очень детально с демонстрацией нескольких методов решения. Для всех упражнений даны ответы. Преподаватели математики могут получить знания по параметрам для студентов педагогических вузов и учащихся старших классов [4].

Учебное пособие Ефимова Е.А., Коломиец Л.В. «Задачи с параметрами» предназначено для занятий с обучающимися подготовительных курсов факультетов довузовского образования СГАУ и самостоятельной работы абитуриентов. В сборник включены все основные типы задач с параметрами, предлагаемых на вступительных экзаменах по математике в СГАУ, а также на централизованном тестировании и Единого Государственного Экзамена. Для всех задач даны решения и ответы [5].

Издательство «Просвещение» выпустило пособие «Математика» под редакцией Ф.Ф. Лысенко, С.Ю. Кулабухова, оно также помогает научиться решать задачи с параметрами. На достойное (обоснованное, верное) выполнение задания 17 в рамках подготовки к ЕГЭ претендуют учащиеся 10-11-х классов, преподаватели и родители. Варианты тестовых заданий для изучения отдельных тем включает в себя варианты текстовых заданий по отдельным темам: «Алгебраические выражения», «Уравнения», «Неравенства» и другие, которые являются традиционными на курсе математики и входят в ЕГЭ. В соответствии с требованиями ЕГЭ, задания 17 – уравнения, неравенства или системы с параметром. Подготовка к ЕГЭ с решением задач такого уровня целесообразна, так как они очень сложные. По этой причине авторы предлагают подготовительные тесты по основным вопросам, которые используются при решении задач с параметром. Глава, посвящённая данному вопросу, содержит задания, аналогичные заданиям 17 на ЕГЭ по математике. Помимо проведения ЕГЭ и подготовки к нему, пособие может быть использовано как для промежуточного контроля по теме «Задания с параметром» при изучении математики в профильном классе [6].

Козко А.И., Чирский В.Г. предлагают к рассмотрению и изучению книгу «Задачи с параметрами и другие сложные задачи». Эта книга посвящена решению задач с параметрами. Кроме стандартных сведений в ней приведены оригинальные методы, приёмы и приёмы решения различных сложных задач. Помимо этого, в книге рассмотрены задачи, связанные с методом математической индукции, а также задачи по стереометрии.



Большинство рассматриваемых задач авторами взяты из вариантов вступительных экзаменов в МГУ им. М.В. Ломоносова [7].

Крамор В.С. предлагает «Задачи с параметрами и методы их решения». Цель книги – научить школьников и абитуриентов вузов самостоятельному решению задач с параметрами и помочь прочно изучить различные методы их решения. В пособии содержится около 350 типов задач с методическими указаниями и 300 задач для самостоятельного выполнения и ответы к ним. Книга может быть использована при подготовке к поступлению в школу, к сдаче ЕГЭ и вступительным экзаменам в ВУЗ [8].

Мирошин В.В. выпустил пособие «Решение задач с параметрами. Теория и практика». Материал пособия посвящён созданию содержательно-методической линии заданий, которые могут быть использованы в процессе обучения школьников по курсу общеобразовательной школы. Разработаны методики, которые позволяют установить общие методы решения задач с параметрами и конкретные примеры, которые могут быть использованы в практике учителей математики. Пособие предназначено для педагогов, желающих создать методическую базу решения задач с параметрами. Практический материал содержит более 600 задач и может быть использован в школе и дома для самоподготовки [13].

Моденов В.П. также предлагает пособие «Задачи с параметрами. Координатно-параметрический метод: учебное пособие». Книга написана академиком Московского университета имени М.В. Ломоносова. Специализирована с целью подготовки к вступительным экзаменам в ВУЗы обучающихся общеобразовательных школ. Рассматривается метод аналитической геометрии, названный автором координатно-параметрическим, который позволяет эффективно решать широкий класс задач с параметрами, составляющих неотъемлемую и наиболее трудную часть экзаменационных задач. Метод иллюстрируется примерами оригинального решения задач, предлагавшихся на вступительных экзаменах по математике в МГУ им. М.В. Ломоносова [14].

Рассмотрим «Методы решения задач с параметрами» под редакцией Натяганова В.Л. – данное руководство посвящено задачам с параметрами, которые для абсолютного большинства учащихся традиционно являются задачами возрастающей сложности. В данном учебнике особое внимание уделяется использованию классификации методов, основанных на различных характеристиках (ограниченность, монотонность, монотонность и так далее), симметрия переменных, использование производных, а также решения особых задач с параметрами, требующих глубокого знания математики в школе и высшей логической культуры, поддерживается множеством примеров. Пособие предназначено для старшеклассников и преподавателей гимназий, вузов и колледжей, абитуриентов, руководителей математических кружков, преподавателей и слушателей подготовительных отделов и курсов [15].

К задачам пособия Прокофьева А.А. «Задачи с параметрами пособие по математике для учащихся старших классов» относится ознакомление подростков с ведущими типами задач с параметрами. В пособии находится большой класс задач, с которыми выпускники, вполне вероятно, обязательно встретятся на школьных выпускных или же на вступительных экзаменах в вузы. Приведена некоторая классификация задач, и показано, что существует огромное количество способов и методов решения опорных задач, к которым сводятся почти все различные задачи. Книга адресована учителям и ученикам выпускных и профильных классов [16].

Справочник Родионова Е.М. имеет абстрактные сведения и систематизированный комплект задач с параметрами. Методическое содержание справочника помогает углубленно изучить способы решения и самостоятельно подготовиться к поступлению в Вуз с увеличенной математической программой. Типовые задачи сопровождаются доскональным разбором решений. По каждой теме приводятся упражнения с ответами для укрепления изучаемого материала. Справочник сотворён на базе преподавания арифметики на основе предварительных курсов МГТУ. Применены варианты вступительных экзаменов МГУ, МИФИ и других институтов [17].

Севрюков П.Ф. предлагает «Школа решения задач с параметрами: учебно-методическое пособие». Создатель пособия классифицирует задачи, разделив всё разнообразие вероятных задач с параметрами на классы. При этом идея решения «элементарных задач с параметрами» прослеживается при решении оптимальных уравнений и неравенств, задач с иррациональными выражениями, а ещё задач с тригонометрическими, показательными, логарифмическими функциями и задач с трансцендентными функциями. Во втором издании особое внимание уделено решению дробно-рациональных уравнений и неравенств и задачам, к ним проводимым. Предопределено для студентов классов физико-математического профиля, абитуриентов и учителей арифметики общеобразовательных учебных заведений [18].

«Задачи с параметрами» под редакцией Субханикулова С.А. имеет возможность быть применено при подготовке к экзаменам в институты, а ещё окажет поддержку учащимся педагогических институтов, учителям, работающим в классах с углубленным исследованием арифметики, при проведении факультативных занятий и внеурочной деятельности. Пособие включает 13 параграфов, к каждому из которых приведены примеры решения задач, предлагавшихся на вступительных экзаменах в всевозможные институты государства. Приведены ещё упражнения разных уровней сложности для самостоятельного изучения, отдельные из них снабжены указаниями к решению. Для удобства работы всё оглавление материала разбито 34 часа учебного времени [19].

Переработанное издание А. Тинякова и И.Г. Тинякова «Задачи с параметром» разделено на сегменты: Уравнения с параметрами; Неравенства с параметрами; Системы уравнений с параметрами; Системы неравенств с

параметрами; Смешанные системы с параметрами. В 1 части демонстрируются способы решения задач с параметрами на примере 87 решённых задач. В конце данной части предложены 38 заданий для самостоятельной подготовки, сопровождающиеся ответами. В дополнении предоставляются решения задач вступительных экзаменов в МШУ и предлагаются ещё 35 задач [20].

«Уравнения и неравенства, содержащие параметры» под редакцией Ястребинского Г.А. приурочены к решению уравнений и неравенств, содержащих один или де несколько параметрических характеристик. В 1 части рассматриваются уравнения с параметрами, начиная от линейных и заканчивая тригонометрическими. Во 2 рассматриваются неравенства согласно той же классификации. 3, по моему мнению, более небезыңтересная – приурочена к текстовым задачам с параметрами. Любой параграф кроме досконального разбора главных задач имеет упражнения для закрепления по всему курсу на факультативных занятиях. Книгу можно посоветовать для применения в кружковой деятельности и при решении задач по общему курсу на факультативных собраниях. Сборник имеет возможность быть рекомендован учителям и преподавателям, учащимся, слушателям подготовительных отделений, абитуриентам [21].

Локоть В.В. выпустил несколько пособий для изучения задач с параметрами. В пособии «Задачи с параметрами и их решения: Тригонометрия: уравнения, неравенства, системы» приведены решения более 100 задач с параметрами. Материал может быть использован так же абитуриентами при подготовке в вузы, преподавателями и студентами педагогических институтов.

В 1 части «Задачи с параметрами. Применение свойств функций, преобразование неравенств» рассмотрены задачи с параметрами, при решении которых применяется область определения, большое количество значений, ограниченность и монотонность функций. Во 2 части пособия рассмотрен ряд примеров, для которых удобно использовать равносильные преобразования, быстро приводящие исходные примеры к рациональным примерам. Пособие адресовано учителям, студентам, учащимся 11-го класса. Материал может быть полезен при подготовке к Единому Государственному Экзамену по математике [21].

При подготовке к Единому Государственному Экзамену по математике могут быть использованы пособия «Задачи с параметрами: Иррациональные уравнения, неравенства, системы, задачи с модулем», «Задачи с параметрами: Линейные и квадратные уравнения, неравенства, системы», «Задачи с параметрами: Показательные и логарифмические уравнения, неравенства, системы». В каждом из них приведены решения более 100 задач с параметрами. Пособие адресовано учителям, студентам, учащимся старших классов [9-12].

Разнообразен материал учебников и учебных пособий. Выбор – за учителем. Только сопоставление возможностей учащихся, их уровня зна-

ний с имеющимися материалами позволят подобрать грамотную, рациональную методику преподавания и будут способствовать усвоению основных методов решения заданий с параметрами.

#### Список литературы

1. Амелькин В.В., Рябцевич В.Л. Задачи с параметрами: Справ. пособие по математике. – 3-е изд. доработ. МН.: ООО «Асар», 2004. – 464 с.; ил.
2. Высоцкий В.С. Задачи с параметрами при подготовке к ЕГЭ. – М.: Научный мир, 2011. – 316 с.; 262 ил.
3. Голубев В.И. Решение сложных и нестандартных задач по математике. – М.: ИЛЕКСА, 2007. – 252 с.; ил.
4. Горштейн П.И., Полонский В.Б., Якир М.С. Задачи с параметрами. – К.: РИА «Текст»; МП «ОКО», 1992. – 290 с.
5. Задачи с параметрами: Учебное пособие для факультета довузовской подготовки СГАУ / Самарский гос. аэрокосмический университет / Сост. Е.А. Ефимов, Л.В. Коломиец. – Самара, 2006. – 64 с.
6. Иванов С.О., Войта Е.А., Коннова Е.Г., Ольховая Л.С. Математика. Учимся решать задачи с параметрами. Подготовка к ЕГЭ-2013: задание С5 / Под ред. Ф.Ф. Лысенко, С. Ю. Кулабухова. – Ростов-на-Дону: Легион, 2012. – 64 с. – (Готовимся к ЕГЭ).
7. Козко А.И., Панфёров В.С., Сергеев И.Н., Чирский В.Г. Задачи с параметрами, сложные и нестандартные задачи. Электронное издание. – М.: МЦНМО, 2016. – 229 с.
8. Крамор В.С. Задачи с параметрами и методы их решения. – М.: ООО «Издательство Оникс»: ООО «Издательство «Мир и Образование», 2007. – 416 с.: ил. (Школьный курс математики).
9. Локоть В.В. Задачи с параметрами и их решение: Тригонометрия: уравнения, неравенства, системы. 10 класс. – 3-изд., испр. и доп. – М.: АРКТИ, 2008. – 64 с.
10. Локоть В.В. Задачи с параметрами. Иррациональные уравнения, неравенства, системы, задачи с модулем. – М., 2010. – 64 с.
11. Локоть В.В. Задачи с параметрами. Линейные и квадратные уравнения, неравенства, системы: Учебное пособие. – М.: АРКТИ, 2005. – 96 с.
12. Локоть В.В. Задачи с параметрами. Применение свойств функций, преобразование неравенств. – М.: АРКТИ, 2010. – 64 с.
13. Мирошин В.В. Решение задач с параметрами. Теория и практика. – М.: Изд-во «Экзамен», 2009. – 286 с.
14. Моденов В. П. Задачи с параметрами. Координатно-параметрический метод: Учебное пособие. – М.: Изд-во «Экзамен», 2007. – 285 с.
15. Натяганов В.Л., Лузина Л.М. Методы решения задач с параметрами: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 368 с.
16. Прокофьев А.А. Задачи с параметрами. – М.: МИЭТ, 2004. – 258 с.
17. Родионов Е.М. Справочник по математике для поступающих в вузы. Решение задач с параметрами. – М.: МЦ «Аспект», 1992. – 144 с.: ил.
18. Севрюков П.Ф., Смоляков А.Н. Школа решения задач с параметрами: Учебно-методическое пособие. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Илекса; Народное образование; Ставрополь: Сервисшкола, 2009. – 212 с.
19. Субханкулова С.А. Задачи с параметрами. – 2010. – 208 с. (Серия «Математика: элективный курс»).
20. Тиняков Г.А., Тиняков И.Г. Задачи с параметрами. – М., 1996. – 98 с.
21. Ястребинецкий Г.А. Уравнения и неравенства, содержащие параметры: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1972. – 128 с.

# АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЯТИКЛАССНИКОВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ С ПОМОЩЬЮ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ

*Плахотнюк Н.С.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к.п.н., доцент Гончарова И.В.<sup>2</sup>*

*Донецкий национальный университет, г. Донецк*

*e-mail: <sup>1</sup>plahotnyuk.n@yandex.ru, <sup>2</sup>i.goncharova@donnu.ru*

**Аннотация.** Настоящая работа посвящена актуальной проблеме – необходимости разработки специального средства для активизации познавательной деятельности обучающихся на уроках математики в 5 классах. Описаны авторские средства обучения разделу «Обыкновенные дроби», специально разработанные для активизации познавательной деятельности учащихся на уроках математики в 5 классе.

**Ключевые слова:** познавательная деятельность, активизация познавательной деятельности, информационно-коммуникационные технологии, обучение на уроках математики в 5 классах, мультимедийные средства обучения.

## ACTIVATION OF COGNITIVE ACTIVITY OF FIFTH-GRADE PUPILS IN MATHEMATICS LESSONS WITH THE HELP OF MULTIMEDIA LEARNING TOOLS

*Plahotnyuk N.S.*

*Scientific supervisor – Goncharova I.V.*

**Abstract.** This work is devoted to an urgent problem – the need to develop a special tool to enhance the cognitive activity of pupils in mathematics lessons in grade 5. The author's teaching aids for the section «Ordinary fractions», specially designed to enhance the cognitive activity of students in mathematics lessons in the 5th grade, are described.

**Keywords:** cognitive activity, activation of cognitive activity, information and communication technologies, teaching at math lessons in grades 5, multimedia teaching aids.

**Введение.** Активизация познавательной деятельности в обучении – одно из основных направлений совершенствования учебно-воспитательного процесса в школе. Сознательное и прочное усвоение знаний происходит в процессе активной умственной деятельности. Поэтому работу следует организовать так, чтобы учебный материал становился предметом активных действий ученика.

Предмет математики в курсе основного общего образования является довольно сложным, и, разумеется, задача каждого учителя состоит в наиболее полном освоении учениками основ этого предмета. Перед учителем встаёт вопрос о выборе средств и методов обучения с целью обеспечения максимальной эффективности обучения математике.

Сегодня у педагогов есть возможность использовать ИКТ. Компьютер на уроках исключает монотонность, привлекает внимание учащихся. Яркость, насыщенность слайдов, появление на слайдах фотографий с ил-

люстрациями вносит разнообразие в учебный процесс, активизирует внимание и познавательную деятельность учащихся, стимулирует мотивацию учащихся, повышает интерес к предмету, призывает изучать различные источники.

Использование информационных технологий в учебном процессе способствует повышению эффективности овладения самостоятельного извлечения знаний, развитию личности обучаемого и подготовке ученика к комфортной жизни в условиях информационного общества [9].

Проблемой активизации познавательной деятельности обучающихся занимались такие ученые как О.А. Абдулаева, С.В. Андреева, С.Н. Уткина и др. Современные педагоги и психологи изучали различные аспекты проблемы познавательного развития школьников: формирование познавательных интересов у детей разного возраста (Т.Л. Блинова, А.В. Запорожец, Н.Н. Поддяков, Г.И. Щукина). Особенности проявления познавательной потребности у обучающихся изучали О.А. Абдулаева, Д.Б. Богоявленская, В.С. Юркевич, С.Н. Уткина и др. В частности, О.А. Абдулаева [1] изучала вопрос активизации познавательной деятельности с помощью занимательных задач, С.Н. Уткина [10] занималась вопросом создания методик, способствующих активизации познавательной деятельности при изучении математических дисциплин.

Несмотря на то, что данная проблема достаточно глубоко исследована, отдельные вопросы, касающиеся методов, способов и средств активизации познавательной деятельности при обучении отдельных школьных предметов, нуждаются в дополнительном изучении.

Всё вышеперечисленное объективно обуславливает актуальность нашего исследования.

Таким образом, существует противоречие между необходимостью активизации познавательной деятельности обучающихся на уроках математики в 5 классах средствами ИКТ и отсутствием комплекса необходимых средств, отвечающих требованиям и запросам современной школы.

Поиск путей разрешения указанного противоречия позволил сформулировать основную проблему исследования, которая состоит в необходимости разработки специального средства для активизации познавательной деятельности обучающихся на уроках математики в 5 классах.

Целью исследования является создание научно-обоснованной методики активизации познавательной деятельности обучающихся на уроках математики в 5 классах средствами ИКТ, влияющей на качество усвоения учебного материала.

**Основная часть.** Общий смысл требования активной учебно-познавательной деятельности учащихся заключается в том, что это требование имеет два аспекта: внутренний (психолого-педагогический) и внешний (организационный) [2].

Внутренний аспект активной учебной деятельности школьников заключается в том, что она определяется такими компонентами, как интерес

к обучению, инициативность в учебной работе, познавательная самостоятельность, напряжения физических и умственных сил для решения поставленной познавательной задачи. Развитие этих компонентов и составляет необходимое условие организации активной учебно-познавательной деятельности учащихся.

Внешний аспект активной учебной деятельности школьников заключается в том, что к этой деятельности необходимо привлечь всех учащихся данного класса и каждого из них.

Не смотря на достаточно большое количество научных работ, касающихся темы «познавательная деятельность», сущность данного понятия раскрыта различными авторами не однозначно. Чаще всего это связано с различным наполнением структуры познавательной деятельности и смешении понятий «учение», «учебная деятельность», «познавательная деятельность» и «познавательная активность».

Отечественный психолог А.Н. Леонтьев определяет деятельность как «процесс, посредством которого, осуществляется связь с предметом той или иной потребности. Деятельность всегда побуждается определенными мотивами» [5]. Основной характеристикой деятельности является ее предметность.

Познавательная деятельность является одной из ведущих форм деятельности школьника, которая осуществляется в учебном процессе, и таким образом стимулирует учебную деятельность.

В.А. Сластенин, рассматривая учебную и познавательную деятельность в единстве, пишет: «учебно-познавательная деятельность – это специально организуемое самим обучаемым или извне познание с целью овладения богатствами культуры, накопленной человечеством. Ее предметным результатом являются научные знания, умения, навыки, формы поведения и виды деятельности, которыми овладевает обучаемый» [8].

Детальный анализ структуры познавательной деятельности дает Г.И.Щукина [12], выделяя: мотивы, цель, учебные действия и операции, основанные на содержании обучения, результат. Т.И. Шамова [11] рассматривает познавательную активность как качество личности, проявляющееся в отношении к содержанию и процессу деятельности, в стремлении к эффективному овладению знаниями и способами их получения, в мобилизации волевых усилий в достижении цели обучения.

Учитель должен идти с прогрессом в ногу, а потому его уроки должны быть современными. Именно современный урок математики является инструментом для активизации учебно-познавательной деятельности учащихся. Поэтому особое внимание уделяется сочетанию традиционных и современных средств обучения, среди которых ведущее место занимают ИКТ. Благодаря их использованию учебную среду можно дополнить видео, звуком, анимацией. Все это оказывает значительное влияние на эмоциональную сферу школьника, способствуя повышению познавательной

активности, повышению интереса к предмету и учебе вообще, активизации учебной деятельности учащихся [6].

Для активизации познавательной деятельности обучающихся на уроках математики в 5 классах при изучении раздела «Обыкновенные дроби» мы разработали авторские мультимедийные средства:

- 1) мультимедийные презентации к урокам математики по теме «Понятие обыкновенных дробей»;
- 2) подборку Интернет-ресурсов ко всем шести темам раздела «Обыкновенные дроби»;
- 3) мультимедийные тренажеры ко всем шести темам раздела «Обыкновенные дроби»;
- 4) интерактивный плакат по разделу «Обыкновенные дроби».

Помимо этого мы осуществили подборку компьютерных средств обучения разделу «Обыкновенные дроби» из сети Интернет:

- компьютерные программы;
- примеры проектных работ учащихся (презентации);
- тесты.

Все эти авторские средства созданы в занимательной форме.

Мультимедийные технологии – одно из наиболее бурно развивающихся направлений информационных технологий, используемых в учебном процессе. Одна из их особенностей – интерактивная компьютерная графика [3].

«Мультимедиа» означает возможность работы с информацией в различных видах, а не только в цифровом виде, как у обычных компьютеров. Мультимедиа-компьютеры позволяют воспроизводить звуковую (музыка, речь и др.), а также видеoinформацию (видеоролики, анимационные фильмы и др.). Видеоэффекты могут быть представлены показом сменных компьютерных слайдов, мультфильмов, видеоклипов, перемещением изображений и текстов, изменением цвета и масштаба изображения, его мерцанием и постепенным исчезновением и др.

В мультимедийных программах используется определенный способ передачи информации.

Взаимодействие различных информационных блоков (текста, графики, видеофрагментов) посредством гиперссылок. Гиперссылки представлены в виде специально оформленного текста, или в виде определенного графического изображения. Одновременно на экране может располагаться несколько гиперссылок, и каждая из них определяет свой маршрут следования [4].

Особое внимание привлекает интерактивность мультимедийных программ. Как отмечает Е.И. Скафа, при диалоговом режиме работы пользователя с источником, он может самостоятельно выбирать интересующую его информацию, скорость и последовательность ее передачи [7].

Одной из таких мультимедийных программ является Microsoft Power Point, которую удобно использовать в образовательных целях.

Разработанные нами мультимедийные дидактические средства обучения математике, направленные на активизацию познавательной деятель-



ности обучающихся, созданы в программе Power Point. На наш взгляд, это программа не только проста в использовании, но и при этом дает огромные возможности для воплощения самых смелых идей.

Опишем разработанные нами дидактические материалы для активизации познавательной деятельности пятиклассников на уроках математики.

*Мультимедийные презентации к урокам математики по теме «Понятие обыкновенных дробей» (13 ч).* Например, при проведении вводного урока для мотивации изучения темы учитель использует следующие приемы:

- исторические факты;
- занимательные материалы;
- прикладные задачи.

Свои слова учитель сопровождает подготовленной мультимедийной презентацией. В частности, для иллюстрации:

- исторических фактов может быть предложены слайды 10 (рис. 1), 12 (рис. 2) и 13 (рис. 3) мультимедийной презентации к уроку;



Рис. 1. Фрагмент презентации к уроку: исторические факты (слайд 10)

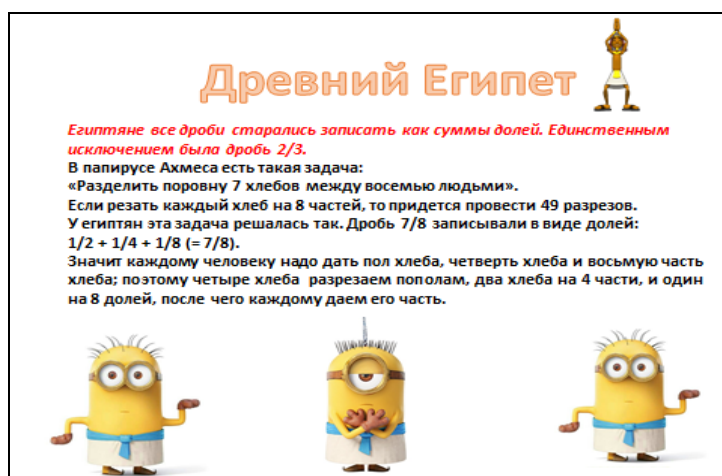


Рис. 2. Фрагмент презентации к уроку: исторические факты (слайд 12)

## Древний Рим



Интересная система дробей была в Древнем Риме. Эта система дробей основывалась на делении на 12 долей единицы веса, которая называлась **асс**. Так возникли римские двенадцатеричные дроби, т.е. дроби у которых знаменатель всегда был двенадцать. Двенадцатую долю асса называли **унцией**. А путь, время и другие величины сравнивали с наглядной вещью-весом. Например, римлянин мог сказать, что он прошел семь унций пути или прочел пять унций книги. При этом, конечно, речь шла не о взвешивании пути или книги. Имелось в виду, что пройдено  $\frac{7}{12}$  пути или прочтено  $\frac{5}{12}$  книги. А для дробей, получающихся сокращением дробей со знаменателем 12 или раздроблением двенадцатых долей на более мелкие, были особые названия.



Рис. 3. Фрагмент презентации к уроку: исторические факты (слайд 13)

– занимательных сведений – слайды 17 (рис. 4) и 19 (рис. 5);



**« Без знаний дробей никто не может признаваться знающим арифметику »**

**Цицерон**

**«Человек подобен дроби, числитель которой есть то, что человек представляет собой, а знаменатель – то, что он думает о себе. Чем большего о себе человек мнения, тем больше знаменатель, а значит, тем меньше дробь.»**

**Л.Н. Толстой**



Рис. 4. Фрагмент презентации к уроку: занимательные сведения (слайд 17)

### Где можно встретиться с понятием «дробь»?

**Дробь в танце**

Русский народный танец невозможно представить без дробей и бега.





**Барабанная дробь, представляющая собой поочередные удары.**

Рис. 5. Фрагмент презентации к уроку: занимательные сведения (слайд 19)

– прикладных задач – слайд 24 (рис. 6).

**Без дробей не обойтись!**

**В спорте**

Состоялся  $1/2$  финала чемпионата мира между Россией и Бразилией.

**В строительстве**

При приготовлении растворов для кладки стен нужно взять  $2/3$  песка и  $1/3$  цемента

**В кулинарии**

Для приготовления бисквита необходимо 3 яйца растереть с  $1\frac{1}{2}$  стаканом сахара, всыпать  $1\frac{1}{2}$  стакана муки, перемешать и поставить в духовку на  $\frac{1}{2}$  часа.

**В биологии**

Если живая природа – это целое, его части – царства, а их 5: растений, животных, грибов, вирусов и бактерий. Каждое царство – это  $1/5$  часть живой природы.

Рис. 6. Фрагмент презентации к уроку: прикладные задачи (слайд 24)

Подборка Интернет-ресурсов по темам раздела «Обыкновенные дроби». Практически ко всем урокам раздела нами были подобраны и систематизированы следующие Интернет-ресурсы: видеоуроки, мультфильмы, онлайн-тренажеры.

Например, на рис. 7 показан скриншот онлайн-тренажера «Доли и обыкновенные дроби». На наш взгляд, они помогут ученикам углубить и закрепить знания по конкретно интересующей их теме. Работу с этими Интернет-ресурсами можно предлагать в качестве домашнего задания. Учитель может разослать ученикам (или их родителям) по электронной почте нужные ссылки.

**Правила Доли и обыкновенные дроби**

Задание 1 Доли и обыкновенные дроби Математика 5 класс

Какая часть фигуры закрашена:

A) желтым цветом?  [Проверить](#)

B) красным цветом?  [Проверить](#)

C) зеленым цветом?  [Проверить](#)

D) голубым и желтым цветами?  [Проверить](#)

Задание 2 Доли и обыкновенные дроби Математика 5 класс

Задание 3 Доли и обыкновенные дроби Математика 5 класс

Задание 4 Доли и обыкновенные дроби Математика 5 класс

Задание 5 Доли и обыкновенные дроби Математика 5 класс

Задание 6 Изменение величин. Математика 6 класс.

Задание 7 Изменение величин. Математика 6 класс.

Рис. 7. Скриншот онлайн-тренажера «Доли и обыкновенные дроби»

Мультимедийные тренажеры к темам раздела «Обыкновенные дроби» содержат опорные конспекты (рис. 8) и обучающие тесты «*Learning with Minions*» (рис. 9). Предназначены в большей степени для самостоятельной работы учащихся с ними, но на усмотрение учителя фрагментарно их можно использовать и на уроках. По авторскому замыслу работа с тренажёром начинается с посещения героями мультфильма «Миньоны» острова «Необыкновенных обыкновенных дробей» (рис. 10), на котором обучающиеся знакомятся с шестью темами раздела, изучая и повторяя теоретический материал, а после закрепляя его с помощью обучающих тестов. На протяжении всей сюжетной линии пользователя сопровождают забавные герои мультфильма «Миньоны».



Рис. 8. Пример опорного конспекта мультимедийного тренажера



Рис. 9. Пример обучающего теста «*Learning with Minions*» мультимедийного тренажера

Описанные тренажёры по задумке предполагается использовать на уроках обобщающего повторения в качестве подготовки к контрольной работе.



## ОБЫКНОВЕННЫЕ

Важно!  
Чтобы правильно понять тему "Обыкновенные дроби" необходимо знать все правила сложения и вычитания

Били

**Правильная дробь:** числитель меньше знаменателя

**Неправильная дробь:** числитель больше знаменателя или равен ему.

**Смешанная дробь**

**Дробь, разбивать, ломать на части**

**Человек** Числитель

**стоит на**

**Земле** Знаменатель

четверть

половина

треть

$\frac{1}{100}$  килограмма = 1 грамм

**Основное свойство дроби**

Если числитель и знаменатель дроби умножить на одно и то же натуральное число, то получится дробь, равная данной

или можно поделить числитель и знаменатель

сокращение дроби

каждые дроби можно сократить на их наибольший общий делитель

или можно разделить числитель и знаменатель на их наибольший общий делитель

или можно разделить числитель и знаменатель на их наибольший общий делитель

**Представление неправильной дроби в виде смешанной**

**Представление смешанной дроби в виде неправильной**

257



Рис. 12. Скриншот онлайн-тренажера, к которому можно перейти с интерактивного плаката

Все разработанные дидактические средства обучения разделу «Обыкновенные дроби» в 5 классе удобны и просты в использовании. Они могут быть использованы учителем при проведении уроков, родителями совместно с учащимися при дистанционном обучении, при организации самостоятельной работы учащихся в процессе освоения всех тем раздела «Обыкновенные дроби».

**Заключение.** Таким образом, правильная организация учебного процесса на уроках математики соответствует основной цели обучения – созданию у обучающихся личного опыта в изучении математики и получения основного продукта деятельности в виде приобретенных приемов деятельности, что способствует формированию их личности на определенном этапе развития.

Разработанные материалы могут быть интересны студентам направления подготовки 01.03.01 Математика (Профиль: Математика) и 44.03.05 Педагогическое образование (Профиль: Математика и информатика) в процессе изучения учебной дисциплины «Методика обучения математике», при прохождении педагогической практики, учителям математики, учащимся.

Результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод о том, что применение в учебном процессе при обучении математике разработанных мультимедийных средств обучения способствует повышению активизации познавательной деятельности обучающихся, что в свою очередь способствует повышению качества математической подготовки.

### Список литературы

1. Абдулаева О.А. Система учебно-познавательных задач как средство активизации творческой деятельности учащихся: автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01. – Санкт-Петербург, 2007. – 22 с.
2. Дергачева Л.М. Активизация учебной деятельности школьников при изучении информатики на основе использования дидактических игр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/razvitie-poznavatelnoi-aktivnosti-shkolnikov-na-osnove-organizatsii-uchebno-igrovoi-deyateln>. – Дата обращения 12.03.2020.
3. Информационные технологии в консультационной деятельности [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.webkursovnik.ru/kartgotrab.asp?id=-38063>. Дата обращения 26.02.2020.
4. Князева Г.В. Применение мультимедийных технологий в образовательных учреждениях // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2010. – № 16. – С. 61-79.
5. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.marxists.org/russkij/leontiev/1975/deyatelnost/deyatelnost-soznyanie-lichnost.pdf>. Дата обращения 19.02.2020.
6. Скафа Е.И., Гончарова И.В., Абраменкова Ю.В. Технологии эвристического обучения математике: учебное пособие. – 2-е изд. – Донецк: ДонНУ, 2019. – 220 с.
7. Скафа Е.И. Организация проектно-эвристической деятельности будущих учителей математики по созданию мультимедийных средств обучения // Информатика и образование. – 2021. – № 5. – С. 59-64.
8. Сластенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Педагогика: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Под ред. В. А. Сластенина. – М.: Академия, 2002. – 576 с.
9. Суслова Н.В. Активизация познавательной деятельности учащихся на уроках математики средствами ИКТ-технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infourok.ru/aktivizaciya-poznavatelnoy-deyatelnosti-uchaschihsya-na-urokah-matematiki-sredstvami-ikt-tehnologiy-3259765.html>. Дата обращения 19.02.2020.
10. Уткина С.Н. Активизация познавательной деятельности учащихся при обучении математическим дисциплинам: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. – Екатеринбург, 2007. – 17 с.
11. Шамова Т. И. Активизация учения школьников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://pedlib.ru/Books/4/0353/4\\_0353-1.shtml](http://pedlib.ru/Books/4/0353/4_0353-1.shtml) Дата обращения 12.03.2020.
12. Щукина Г.И. Познавательные интересы в учебной деятельности школьников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/2496282/>. – Дата обращения 14.03.2020.

## ИННОВАЦИОННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КАК СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ КЛИЕНТСКИМ ОПЫТОМ В ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНЕ

*Полянский К.А.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – д-р э. н., профессор Доргушаова А.К.<sup>2</sup>*

*ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический  
университет», г. Майкоп*

*e-mail: <sup>1</sup>loke18@yandex.ru, <sup>2</sup> asdor81@mail.ru*

**Аннотация.** В статье анализируется важность технологий как факторов управления цепочками поставок. Основное внимание будет уделено преимуществам исполь-

зования информационных технологий для повышения эффективности компании, чтобы быть конкурентоспособными и для снижения затрат, улучшения операций, отношений с клиентами, поставщиками и партнерами, сокращения сроков доставки, бизнес-процессы и операции.

**Ключевые слова:** информационная система, новые технологии, интернет-магазин, поставки, производители, затраты, цифровизация.

## INNOVATIVE BUSINESS PROCESS AUTOMATION TOOLS AS A WAY TO MANAGE CUSTOMER EXPERIENCE IN AN ONLINE STORE

*Polyansky K.A.*

*Scientific supervisor – Dorgushaova A.K.*

**Abstract.** The article analyzes the importance of technologies as factors of supply chain management. The main focus will be on the benefits of using information technology to improve the company's efficiency, to be competitive and to reduce costs, improve operations, relationships with customers, suppliers and partners, reduce delivery times, business processes and operations.

**Keywords:** information system, new technologies, online store, supplies, manufacturers, costs, digitalization.

Данное исследование направлено на изучение текущего состояния и перспективных направлений использования информационных систем для управления цепочками поставок для компаний. С развитием Интернет-среды развивается и само предложение. Теперь люди могут не только получать интересующую их информацию, но и совершать покупки. При этом с помощью интернет-магазинов можно приобретать товары совершенно разных категорий, как элементарные потребительские, так и высокотехнологичные [1].

Такое положение вещей обусловлено постоянным, стабильным ростом аудитории пользователей глобальной сети. Рост значения сферы eCommerce, а конкретно интернет-магазинов и маркет-плейсов, в жизни человека обуславливает высокую актуальность темы [1]. Для эффективного ведения бизнеса сотрудники компаний вынуждены отслеживать и обрабатывать огромные объемы информации. Естественно, чем больше компания, чем больше клиентов, партнеров, тем острее становится вопрос о необходимости применения эффективных инструментов ведения бизнеса [2]. К таким инструментам относятся различные информационные системы, автоматизирующие процессы учета, планирования и контроля.

В связи с пандемией в электронном бизнесе наблюдается всплеск активности и появление новых потребителей. Многим предприятиям пришлось закрыть магазины и отправить сотрудников в отпуск для их безопасности. Покупки в Интернете стали доступны для некоторых клиентов, даже если они связаны с рисками. Несмотря на это, потребители по-прежнему нуждаются в пище, чистящих средствах и жилье. Потребители и



потенциальные клиенты используют несколько платформ для покупки товаров. К ним принадлежат веб-сайты розничных продавцов, принадлежащие различным веб-сайтам и социальным сетям.

Из-за заказов на дом и карантинных ограничений большое количество магазинов, по работе с людьми, пришлось закрыть. В магазинах часто требуют, чтобы покупатели носили маски для лица в соответствии с законом и пользовались дезинфицирующими средствами для рук, до сих пор и не известно, когда пандемия полностью закончится и жизнь наладится и войдет в нормальное русло, поэтому владельцы бизнеса могут выжить, используя преимущества электронной коммерции. Интернет-магазины не имеют таких ограничений.

Бесконтактный, дистанционный, виртуальный – главные слова в описании технологий 2020. Управление удаленными командами, дистанционная поддержка продаж, виртуальное общение с покупателем и максимальное ускорение доставки стали приоритетными областями поиска решений для ритейла и внедрения технологических инноваций в период коронавируса. Многие новации уже тестировались в прошлые годы, но пандемия ускорила их внедрение в повседневную жизнь компаний. Кроме работа-продавца стали активнее испытывать работа-курьера [2].

Новые коммерческие возможности на крупнейших социальных платформах. Бренды экспериментируют, чтобы извлечь выгоду из социальной коммерции. Электронная коммерция мигрирует на платформы социальных сетей и сосредоточена на платформах социальных сетей, от маркетинга брендов до обслуживания клиентов и рекламы в магазинах. Разнообразные платформы и быстроразвивающиеся функции требуют уникального взаимодействия с клиентами, затрагивая бренды, переосмысливая взаимодействие с пользователями. Ведущие бренды сосредотачиваются на социальных подходах, таких как, видеоконсультации и персонализированные рекомендации по продуктам.

С марта 2020 начался стремительный и даже спонтанный выход в онлайн всех продавцов, которые хотели оставаться на рынке. В свете этого тренда «1С» выпустила решение, позволяющее создать онлайн-витрину за несколько кликов – mag1c. Разработчик утверждает, что для этого не нужны специальные знания и сложные настройки: запустить онлайн-витрину сможет любой пользователь, умеющий работать с «1С». Решение актуально для предпринимателей и компаний, которые работают с программами «1С» и собираются выходить в онлайн.

Запуск экспресс-доставки стал еще одним заметным трендом года. Чаще всего это были партнерские проекты, например, экспресс-доставка продуктов из магазинов «Магнит» с помощью Delivery Club или коллаборация AliExpress и «Самоката». Но некоторые ритейлеры стали создавать собственную службу, так «Дикси» запустила собственную экспресс-доставку продуктов на платформе «1С». Система «1С:Управление торговлей» позволила с минимальными доработками автоматизировать процессы

доставки: реализовать загрузку заказов с сайта, принимать заказы через call-центр, распределять их по магазинам, выдавать сотрудникам задания на сборку и доставку, организовать интеграцию с курьерскими службами. Позднее фирма «1С» представила еще один новый сервис – «1С:Курьер», интегрированный с «Доставкой Яндекс Go» — сервисом «Яндекса», который позволяет организовывать доставку небольших заказов клиентам «день в день», отслеживать статус выполнения заказов, получать сопроводительные документы прямо из программ «1С:Предприятие» [2].

Платформам часто необходимо создавать физические цепочки поставок и логистические услуги, такие как расходные центры, расчетные платежи, склады, водители и транспортные средства доставки. Точно так же часто возникает необходимость инвестировать в управленческие, информационные технологии и предпринимательские навыки.

Для преодоления этих вызовов требуется активная государственная политика, выработанная в тесном диалоге с особым сектором. Заинтересованными сторонами, с наблюдениями за консультациями по оценке вероятности развития электронной торговли, под выделением приоритетов крупных частных предприятий электронной торговли в качестве приоритета для организаций объединений и нормативных реформ, с особым сектором и помощью в получении большей поддержки со стороны партнеров по развитию.

Национальная политика играет важную роль в создании электронного бизнеса для использования онлайн-торговли. Возникновение доступной и надежной информационной системы требует решения серьезной проблемы для многих стран, особенно в районах с ограниченным доступом и в отдаленных районах. Еще одна проблема касается пограничных отношений. Многие меры по упрощению процедур торговли требуют сотрудничества между соседними странами.

В целях принятия инициатив по согласованию торговли и использования наземного транспорта, а не воздушного транспорта для реализации торговли в избранных экономических ассоциациях необходимо устанавливать специальные программы по гармонизации торговых процедур, режимов транзита и мониторинга упрощения процедур торговли. Также чрезвычайно высока высокая несовместимость между платформами электронных платежей. Мобильные платежи и безналичные решения должны быть в сборе. Платежные решения должны снизить операционные расходы для предприятий и платформ.

Возможность оплатить покупку по лицу уже тестировалась в 2019 году в некоторых магазинах «Магнит», в 2020 году из-за опасений передачи вируса через купюры и пластиковые карты такой способ оплаты стали пробовать и другие российские ритейлеры. Так, процедуру покупки с помощью биометрии начали тестировать в магазинах «Лента», технологию обеспечили ВТБ и «Ростелеком». Переговоры с торговыми сетями о начале тестирования такой системы оплаты также начали и другие банки, включая

«Ак Барс Банк» и «Райффайзенбанк», который уже использует такую технологию при оплате в сетях «Магнит», Фанш и «Папа Джонс» [2].

В феврале 2020 года «Азбука вкуса» начала тестировать оплату покупок через мобильное приложение без использования касс. Покупатели с помощью телефона сканируют товары и оплачивают сразу в приложении. В это время сотрудники магазина могут отслеживать действия покупателей. В компании ожидали, что оплатой с помощью мобильного приложения в пиковые часы будут пользоваться до половины клиентов [2].

В сентябре X5 Retail Group запустила систему бесконтактных покупок при помощи мобильных устройств с приложением собственной разработки «Экспресс-скан» в первых 60 «Пятёрочках» и 30 «Перекрёстках» в Москве, а затем стала ее масштабировать [2].

Цифровые разрывы, зависимость от растущей цифровой трансформации и зависимость от растущей коммерции. Цифровизация проходит в разных странах по-разному, и изменениям требуется политическое пространство для распространения цифровой экономики для достижения различных законных целей государственной политики.

Ожидается, что к 2025 году продажи через мобильные приложения и Интернет по всему миру увеличатся почти втрое. После более чем года работы из дома люди по всему миру тратят еще больше времени на просмотр социальных сетей. Типичный пользователь социальных сетей сейчас занимает 15% своей бодрствующей жизни на социальных платформах.

Появление социальной коммерции также дает возможность вернуть себе контроль над своими брендами в цифровых каналах. Это особенно важно, поскольку торговые площадки продолжают доминировать по всему миру. Наше исследование показало, что в общей сложности 38% потребителей покупают товары не реже одного раза в месяц. Но покупатель, ориентированный на определенный продукт и характер торговых площадок, позволяет легко упустить из виду идентичность бренда. С помощью социальной коммерции компания может создать капитал бренда и повысить вовлеченность, охватывая большинство онлайн-рынков.

Режим «все остаются дома» в период коронавируса стимулировал разработку и внедрение различных форматов дистанционной поддержки покупателей. Например, сеть «Эльдорадо» начала вести виртуальные консультации клиентов. Специалисты контактного центра «Эльдорадо» в режиме 24/7 могут реагировать на вопросы покупателей и оказывать персонализированную поддержку. «Утконос Онлайн» запустил виртуального собеседника для работы с клиентами [2].

Современная компания, которая занимается изготовлением и продажей товаров через социальные сети и Интернет, находится в конкурентной среде, в которой для выживания и процветания необходимо постоянно анализировать причины положительного или отрицательного клиентского опыта, совершенствовать взаимодействие клиентов с компанией и вне-

дрять инновационные технологии и инструменты повышения лояльности [1].

Таким образом, достижения в области технологий и рост доступных торговых площадок сделали покупку и продажу в Интернете проще, чем когда-либо. Ожидается, что рынок электронного бизнеса вырастет почти на 11 триллионов долларов в период с 2021 по 2025 год. Когда во время пандемии COVID-19 предприятие появилось в сети, глобальная тенденция к оцифровке росла с молниеносной скоростью. Несмотря на то, что ограничения начинают сниматься, объем продаж электронной коммерции продолжает расти. Ожидается, что глобальные продажи электронной коммерции достигнут 5 трлн. долларов в 2022 году и 6 трлн. долларов в 2024 году.

#### Список литературы

1. Печорин И.Э. Информационные системы обеспечения маркетинговой деятельности // Альманах современной науки и образования. – 2015. – № 12. – С. 102.
2. Инновации в ритейле 2020: технологии времен пандемии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.retail.ru/articles/innovatsii-v-riteyle-2020-tekhnologii-vremen-pandemii/> (дата обращения: 13.05.2022).

### КАЛЬКУЛЯТОР КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ С ГРАФИЧЕСКИМ ПРЕДСТАВЛЕНИЕМ

*Попов Е.С.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к.п.н., доцент Симоновская Г.С.  
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец  
e-mail: <sup>1</sup>popov.egorka123@yandex.ru*

**Аннотация.** В статье рассматриваются операции над комплексными числами, их графическое представление, а также обзор калькулятора выполняющего эти функции.

**Ключевые слова:** комплексные числа, операции над комплексными числами, графическое представление комплексных чисел.

### CALCULATOR OF COMPLEX NUMBERS WITH GRAPHICAL REPRESENTATION

*Popov E.S.*

*Scientific supervisor – Simonovskaya G.S.*

**Abstract.** The article discusses operations on complex numbers, their graphical representation, as well as an overview of the calculator performing these functions.

**Keywords:** complex numbers, operations on complex numbers, graphical representation of complex numbers.

Цель работы: познакомиться с комплексными числами, операциями над ними, а также познакомиться с областями применения комплексных чисел.

Задачи работы:

- 1) Проанализировать литературу по данной теме;
- 2) Создать программу, выполняющую действия над комплексными числами.

Методы исследования:

- 1) Поиск и анализ литературы по данной теме;
- 2) Работа с научным руководителем.

Комплексные числа – это числа вида  $z = a + bi$ , где  $a$  и  $b$  – вещественные числа, а  $i$  – число для которого выполняется равенство  $i^2 = -1$ , называемое мнимой единицей. Множество чисел такого вида называется множеством комплексных чисел. Часть  $a$  называется вещественной, а  $b$  – мнимой. Если вещественная часть равна 0, то говорят, что дано чисто мнимое число, то есть  $z = bi$ , а если мнимая часть равна 0, то говорят, что рассматривается число вещественное, то есть  $z = a$ .

Над комплексными числами можно производить следующие математические операции: сложение, вычитание, умножение, деление и другие.

В ходе работы были изучены сложение, вычитание, умножение и деление.

Допустим, даны два комплексных числа:

$$z_1 = a + bi, z_2 = c + di$$

Тогда, сложение и вычитание этих комплексных чисел будет иметь вид:

$$z_1 \pm z_2 = (a \pm c) + (b \pm d)i$$

Умножаются комплексные числа по следующей формуле:

$$z_1 z_2 = (ac - bd) + (bc + ad)i$$

Делятся комплексные числа следующим образом:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{ac + bd}{c^2 + d^2} + \left( \frac{bc - ad}{c^2 + d^2} \right) i,$$

при этом  $z_2$  не равно 0.

Комплексные числа можно изобразить на прямоугольной координатной плоскости: число  $z = a + bi$  есть точка этой плоскости с координатами  $(a, b)$  и радиус-вектор, соединяющий начало координат с этой точкой.

Также комплексные числа можно показать в полярной системе координат, где координатами будут расстояние до этой точки и углом  $\varphi$ , который также называется аргументом, между положительным направлением оси  $Ox$  и радиус-вектором точки.

Комплексные числа представимы в тригонометрическом виде:

$$z = |z|(\cos \varphi + i \sin \varphi),$$

где  $|z| = \sqrt{a^2 + b^2}$ ,  $\cos \varphi = \frac{a}{|z|}$ ,  $\sin \varphi = \frac{b}{|z|}$ .

В ходе написания статьи была написана программа «Калькулятор комплексных чисел с графическим представлением», имеющим 4 поля для ввода чисел, 2 из которых предназначены для ввода первого комплексного числа путем внесения вещественной и мнимой частей по отдельности, аналогично и для второго числа. Между числами находится меню выбора знака операции. Под числами располагается кнопка «Посчитать», при нажатии которой появляется окно с ответом в алгебраическом и тригонометрическом виде. Под этим окном появляется прямоугольная система координат с графическим представлением ответа. Эту прямоугольную систему можно увеличивать и отдалять обратно путем вызова контекстного меню нажатием правой кнопкой мыши, также можно рассматривать отдельную область с помощью выделения левой кнопкой мыши. С помощью контекстного меню можно сохранить рисунок в следующих форматах: PDF, SVG, CSV, XLS, а также представить в формате PNG с последующим сохранением в этом формате.

Графическое представление числа происходит с помощью библиотеки ZingChart.js, имеющей большой функционал для визуализации данных, например, различные виды диаграмм, визуализации карт и др. и все эти элементы можно сделать интерактивными.

Реальная часть	Мнимая часть
1	2
i	

+ ▼

Реальная часть	Мнимая часть
3	4
i	

Посчитать

Powered by ZingChart

Сообщение на этой странице

тригонометрическая запись:  $\sqrt{52}$   
 $(\cos(0.982793723247329) + i \sin(0.982793723247329))$

алгебраическая запись:  $4 + 6i$

OK

Рис. 1. Пример сложения комплексных чисел

Реальная часть	Мнимая часть
1	2
i	

\* ▼

Реальная часть	Мнимая часть
3	4
i	

Посчитать

Powered by ZingChart

Сообщение на этой странице

тригонометрическая запись:  $\sqrt{125}(\cos(-1.1071487177940904) - i \sin(1.1071487177940904))$

алгебраическая запись:  $-5 + 10i$

OK

Рис. 2. Пример умножения комплексных чисел



Рис. 3. Пример графического представления комплексного числа

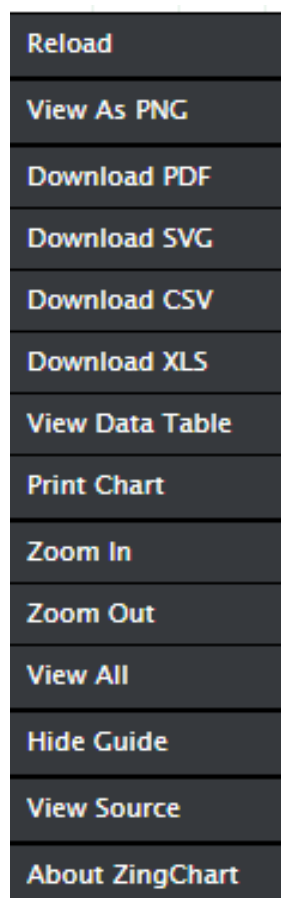


Рис. 4. Контекстное меню



Рис. 5. Пример приближения рисунка



Рис. 6. Пример рассмотрения отдельной области рисунка

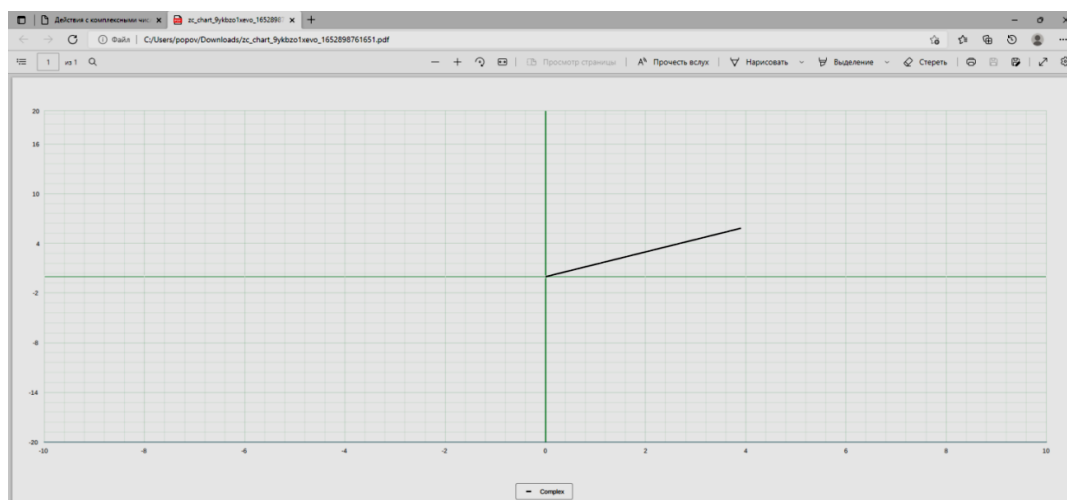


Рис. 7. Пример сохранения рисунка в формате PDF



### Список литературы

1. Комплексные числа. Элементы интегрального исчисления: учебное пособие / Р.Н. Хузиахметова, О.М. Дегтярева, Е.Д. Крайнова, А.Р. Хузиахметова; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 104 с.: табл.,ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560550> (дата обращения: 11.05.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-2294-3. – Текст: электронный
2. JavaScript Charts in one powerful declarative library | ZingChart [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.zingchart.com/> (дата обращения: 12.03.2022)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «КАНООТ» В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

*Сафонова Ю.А.<sup>1</sup>*

*Научный руководитель – к.п.н., доцент Моргачева Н.В.<sup>2</sup>*

*Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец*  
*e-mail: <sup>1</sup>yuliya.safonova.2002@inbox.ru, <sup>2</sup>biokafe@yandex.ru*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается актуальная на сегодняшний день проблема экологического образования с использованием новейших технологий. Автором статьи предложен альтернативный метод проведения занятий с помощью игровой обучающей платформы «Kahoot», благодаря которой активизируется познавательная деятельность школьников, развивается логика и мышление.

**Ключевые слова:** экологическое образование, «Kahoot», младшие школьники

## ECOLOGICAL EDUCATION OF SCHOOLCHILDREN IN THE PROCESS OF LEARNING THE SURROUNDING WORLD USING "KAHOOT!"

*Safonova Yu.A.*

*Scientific supervisor – Morgacheva N.V.*

**Abstract.** This article discusses the current problem of environmental education using the latest technologies. The author of the article suggests an alternative method of conducting classes using the game learning platform "Kahoot", thanks to which the cognitive activity of schoolchildren is activated, logic and thinking are developed.

**Keywords:** environmental education, "Kahoot", junior schoolchildren.

История человечества неразрывно связана с историей природы. Как следствие этого, одной из миссий школы является экологическое образование подрастающего поколения, заключающееся не только в сформировании определённого набора знаний по экологии, но и еще в приобретении навыков научного анализа явлений природы, осмыслении взаимодействия

общества и природы и в осознании своей практической помощи ей. Во время приобретенные знания могут в дальнейшем преобразоваться в прочные убеждения.

Сегодня уже невозможно представить жизнь современного человека без Интернета, телевидения, смартфона и ноутбука. Все эти приспособления делают жизнь проще и комфортнее. С помощью смартфона человек с легкостью из любой точки мира может выйти на связь с близкими людьми, созвониться с ними по видео, а с помощью ноутбука – работать, отдыхать, общаться, заводить новые знакомства и, конечно же, учиться.

Учеба является неотъемлемой частью жизни человека. На протяжении всей жизни человек чему-то учится, узнает что-то новое, приобретает навыки, умения, необходимую информацию. Одним из самых главных социальных институтов, отвечающих за дачу базы знаний, является школа. Школу XXI века невозможно представить без интерактивных досок, проекторов и ноутбуков, находящихся в каждом кабинете. Создание цифровой образовательной среды в современной школе – не только вызов времени, но и реальная возможность получить наибольший эффект от использования ИКТ в учебном процессе. С их помощью учителя могут сделать урок интересным и запоминающимся.

В настоящее время проблема экологического образования выходит на первый план, обретая все большую актуальность. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования требует поиска и внедрения новых методов, подходов, технологий к обучению детей.

Новые приемы экологического образования отличаются от устаревших стереотипов и призваны соединить в одно целое процесс обучения и непосредственный контакт школьника с природными объектами, внедрение в практику педагога инновационных технологий для более высокого уровня профессиональной деятельности и сформированности у детей уважительного отношения к природе через интеграцию всех видов деятельности.

Использование в педагогической практике разнообразных нетрадиционных методов и технологий предотвращает утомление детей, поддерживает их познавательную активность, делает учебный процесс увлекательным. На современном этапе существует множество цифровых образовательных технологий, которые могут разнообразить учебный процесс. В их число входят такие электронные ресурсы и платформы, как «OnlineTestPad», «Quizizz», «Фабрика кроссвордов», «Kahoot» и др.

Остановимся подробнее на технологии «Kahoot». «Kahoot» представляет собой популярную, обучающую образовательную платформу, для проведения викторин, образовательных игр, создания тестовых заданий [2]. Как известно, игра является одним из основных средств экологического образования и воспитания детей младшего школьного возраста. Она формирует опыт принятия целесообразных решений и способствует разви-

тию творческих, креативных способностей ребенка, стимулирует к моделированию экологически ситуаций, которые формируют ценностные ориентации, позволяет внести реальный вклад в изучение и сохранение природы.

«Kahoot» был основан в 2012 году студентами и преподавателями Норвежского университета естественных и технических наук и разработан для групповых занятий [3]. Его суть состоит в том, что ученики переходят по ссылке, например, с вопросами викторины, которую отправляет им учитель на электронные почты, и одновременно отвечают на вопросы на своих смартфонах. Главное, чтобы у ребят был доступ в Интернет. За каждый правильный ответ, детям начисляются баллы, а в конце викторины на экран выводится количество очков всех участников. Для участия в игре не требуется обязательной регистрации.

Несмотря на отсутствие русского интерфейса, «Kahoot» завоевал популярность среди преподавателей и учащихся в России. Но, к сожалению, из-за обстановки, сложившейся в мире, платформа приостановила свою работу на территории Российской Федерации. Воспользоваться ей можно только при помощи программ, которые могут обходить локальные ограничения и при этом сохранять конфиденциальность. Примером такой программы может быть «VPN».

Также на платформе «Kahoot» существует огромное количество викторин по разным предметам и направлениям подготовки. Можно выбрать любую, а также создать собственную. Это очень удобно для учителей, потому что «Kahoot!» повышает вовлеченность учащихся в образовательный процесс и создает динамичную, социальную и веселую образовательную среду [2].

Вопросы могут быть нескольких форматов. В бесплатной версии доступно всего лишь 2 вида:

1. «Правда / ложь» (рис.1).
2. Вопросы с вариантами ответов (рис. 2).

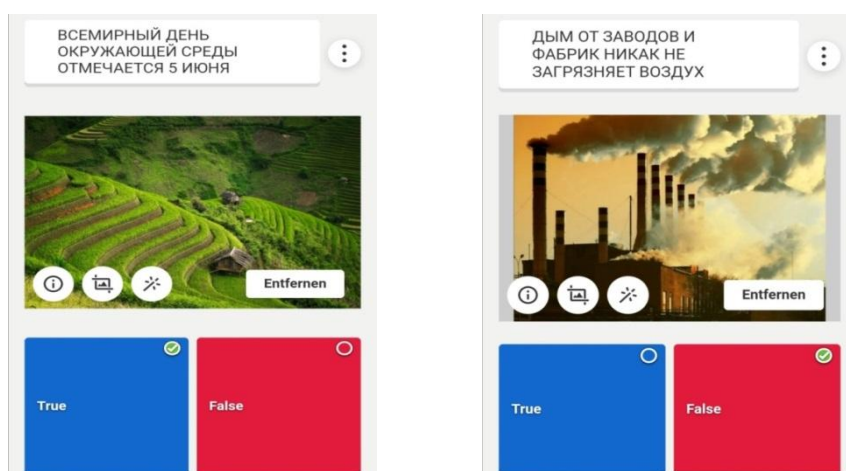


Рис. 1. Тестовые задания «Правда/ложь»

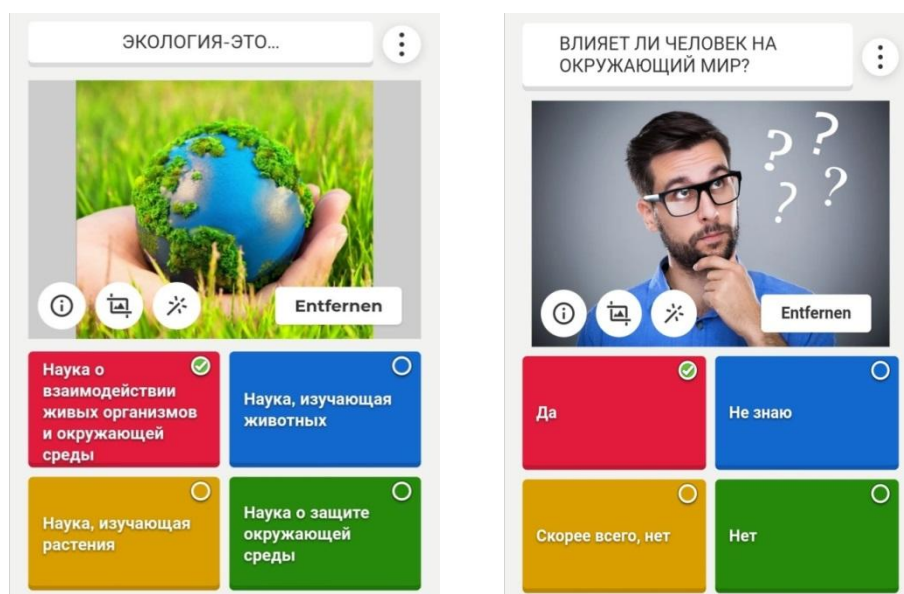


Рис. 2. Тестовые задания с вариантами ответов

Рассмотрим фрагмент урока по дисциплине «Окружающий мир» на тему «Что такое экология?», используя технологию «Kahoot». На уроке учащимися рассматривается тема, связанная с проблемами загрязнения окружающей среды, вследствие чего страдают животные и растения, а также с вопросами о причинах наводнений и извержений вулканов.

На этапе закрепления материала, учитель предлагает ученикам пройти викторину на игровой платформе «Kahoot», которая была создана заранее при подготовке к уроку. Для этого дети переходят по ссылке, которую им отправляет учитель, и приступают к выполнению заданий. Этот своеобразный опрос помогает определить педагогу уровень усвоения материала учащимися. Для создания соревновательного момента на платформе доступна функция временного ограничения на выполнение задания. Все результаты автоматически сохраняются в виде таблицы, их легко распечатать или просто скопировать в журнал. Для тех, кто быстро и правильно справился с работой, появляется пьедестал с победителями и музыкальным сопровождением, что также привлекает ребят. Для акцентирования внимания детей в викторине можно использовать картинки, схемы и видеофрагменты.

При ответе на вопросы викторины, тестовых заданий у детей пробуждаются любознательность, закрепляются полученные ранее знания, развивается мыслительная деятельность, формируется активная гуманная позиция по отношению к природе, а также воспитывается экологическая культура. Формирование у школьников заботливого, бережного отношения к природе и ко всему живому на Земле, развитие понимания неприходящей ценности природы, готовности к рациональному природопользованию, к участию в сохранении природных богатств и жизни – результат экологического образования, который является одной из основных задач школы XXI века [1].

Подводя итог всему выше сказанному, хочется отметить, что время не стоит на месте, а в ногу с ним идет и технический прогресс. Ежедневно разрабатываются приложения и сайты, помогающие современному человеку в работе, саморазвитии и учебе. Отличной разработкой, обладающей ярким дизайном и простым интерфейсом, а также пользующейся популярностью среди педагогов, является платформа «Kahoot». Работа с данным сервисом способствует всестороннему развитию обучающихся, повышению их мотивации к предмету, успеваемости, качеству и скорости выполнению поставленных учебных задач, творческому мышлению учащихся. А также он является эффективным инструментом для активизации и закрепления знаний по изученному материалу.

«Kahoot» – хороший способ получения обратной связи от учеников. Задания в игровой форме нравятся ребятам, они любят соревноваться и, конечно же, им важно видеть свой результат в конце урока. Атмосфера увлеченности на уроках дает возможность преодолеть ученикам напряжение, усталость, и превращает выполнение заданий в увлекательную игру. Дети в более интересной и занимательной форме получают знания об окружающем мире, благодаря которым у них формируется экологическое мировоззрение на основе единства научных и практических знаний, положительное эмоционально-ценностное отношение к природе, а также умение воспринимать природу и её творения как великое и ничем не заменимое достояние, а педагоги повышают свой профессиональный уровень, осваивая новые программы, сайты и платформы, число которых с каждым разом становится все больше.

#### Список литературы

1. Дерябо С.Д., Ясвин В. А. Экологическая педагогика и психология. – Ростов-на-Дону: Издательство «Феникс», 1996. – 123 с.
2. Панюкова С.В. Цифровые инструменты и сервисы в работе педагога: учебно-методическое пособие. – М.: Изд-во «Про-Пресс», 2020. – 25 с.
3. Kahoot! [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Kahoot!> (дата обращения: 23.04.22)

### ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБОБЩЕНИЯ И СИСТЕМАТИЗАЦИИ ЗНАНИЙ ПО АЛГЕБРЕ И НАЧАЛАМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ЕГЭ

*Тарасова В.В.<sup>1</sup>*  
*Научный руководитель – д-р п.н., профессор Скафа Е.И.<sup>2</sup>*  
*Донецкий национальный университет, г. Донецк*  
*e-mail:<sup>1</sup> marmon0327@gmail.com, <sup>2</sup>e.skafa@donnu.ru*

**Аннотация.** В данной статье описана технология компьютерного управления процессом обобщения и систематизации знаний по алгебре и началам математического анализа при подготовке к Единому Государственному Экзамену. Технология построена

на основе авторского мультимедийного тренажера по алгебраической тематике старшей школы.

**Ключевые слова:** обобщение и систематизация, Единый Государственный Экзамен, информационно-коммуникационные технологии, мультимедийный тренажер.

## TECHNOLOGY OF COMPUTER CONTROL OF THE PROCESS OF GENERALIZATION AND SYSTEMATIZATION OF KNOWLEDGE ON ALGEBRA AND THE PRINCIPLES OF MATHEMATICAL ANALYSIS IN PREPARATION FOR THE USE

*Tarasova V.V.*

*Scientific supervisor – Skafa E.I.*

**Abstract.** This article describes the technology of computer control of the process of generalization and systematization of knowledge in algebra and the principles of mathematical analysis in preparation for the Unified State Exam. The technology is based on the author's multimedia simulator on algebraic subjects of school.

**Keywords:** generalization and systematization, Unified State Exam, information and communication technologies, multimedia simulator.

**Ведение.** Единый Государственный Экзамен (ЕГЭ), как независимая экспертиза знаний учащихся, требует планомерной, грамотной подготовки, которая может быть достигнута лишь в процессе системной, продуманной работы. Качественная подготовка к сложному для обучающихся испытанию включает в себя обобщение и систематизацию пройденного учебного материала по математике, работу над устранением пробелов в знаниях, работу с контрольно-измерительными материалами. Недостаточность методики подготовки к ЕГЭ выступает одной из проблем, стоящих сегодня перед учителем школы. Мы считаем целесообразным для решения этой проблемы применение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Применение дидактических средств, созданных с помощью ИКТ в образовании, позволяет обеспечить доступ к свежей информации, осуществить «диалог» учителя и обучающегося в режиме онлайн, усилить мотивацию обучения, и в целом повысить его эффективность и качество. Сочетание цвета, мультипликации, музыки, звуковой речи, динамических моделей и др. расширяет возможности представления учебной информации по всем изучаемым дисциплинам в системе среднего общего образования [2].

Анализируя учебный материал, содержащийся в курсе алгебры и начал математического анализа, можно отметить, что, с одной стороны, он соответствует интеллектуальному развитию учащихся старшей школы, а с другой, требует значительного обобщения и систематизации, умения анализировать и делать выводы. Поэтому важно организовать такую учебную деятельность учащихся, которая была бы направлена на формирование у них основных приемов умственной деятельности, которая не будет ограничиваться лишь приобретением нового, а будет включать создание нового. Одним из наиболее эффективных способов решения данной задачи, яв-

ляется организация учебно-познавательной эвристической деятельности учащихся. Для этого мы разрабатываем и внедряем мультимедийные эвристические тренажеры для школьников как основы для построения образовательных технологий [1].

Остановившись на вопросе подготовки школьников к ЕГЭ, отметим мнения Ященко И.В., Семенова А.В. и Высоцкого И.Р., которые считают, что результаты экзамена по математике позволили выявить ряд проблем, на которые необходимо перенести акцент в обучении математике. Уникальная в мировом масштабе открытость и прозрачность ЕГЭ в России, в частности наличие открытых банков заданий, позволили активно внедрить онлайн-тренажеры, с помощью которых резко повышается эффективность итогового повторения и подготовки к экзамену с учётом индивидуальных образовательных траекторий каждого участника экзамена. Это могло обусловить снижение количества допущенных участниками ЕГЭ вычислительных ошибок при выполнении заданий с кратким ответом и ошибок, связанных с неправильным пониманием условия математической задачи [5].

Для успешного решения заданий с развёрнутым ответом необходимы не только хорошая математическая «база», но и умения проводить логические рассуждения, чётко и грамотно излагать свои мысли. Для формирования этих умений необходим квалифицированный учитель; такую подготовку невозможно осуществлять в режиме тренажёра [5].

Разделение ЕГЭ на базовый и профильный уровни выявило группы учащихся гуманитарных профилей слабо мотивированных на сдачу ЕГЭ на высокую оценку ввиду не востребоваемости этой отметки для поступления в ВУЗ. Поэтому требовалось организовать самоподготовку таких учащихся так, чтобы при наименьших временных затратах она приносила достаточно высокий индивидуальный результат. Кроме того, даже у высоко мотивированных учащихся, сдающих математику на профильном уровне, возникали проблемы по организации системного подхода к повторению изученного материала, в усвоении теоретических базовых математических знаний, в применении алгоритмов [4]. Мы считаем, что эту проблему можно решить применением ИКТ, в частности системы эвристико-дидактических конструкций (ЭДК), при подготовке к ЕГЭ.

**Основная часть.** Остановимся на характеристике средств компьютерного назначения, входящих в систему эвристико-дидактических конструкций (ЭДК), которые разрабатываются в Донецком национальном университете [3]. В основу программ из системы ЭДК входят:

- акцентированные (на первом шаге, где допущена ошибка, сразу же отсекается неправильный ход мысли и обучающийся попадает на четкий алгоритм решения задачи);
- разветвленные (обучающемуся предоставляется возможность идти по собственному выбранному алгоритму решения задачи, в процессе его прохождения дается эвристическая подсказка (размытое наведение на по-

иск решения), либо алгоритмическая, в конце сверка своего хода решения с правильным);

- сцепленные программы (для задач, имеющих несколько способов решения, предлагается прохождение по каждому из них, с целью знакомства с теми способами, которые не были изучены).

Данная идеология закладывается в обучающие тренажеры, построенные в виде презентаций (Microsoft PowerPoint) [2].

В структуру каждого авторского мультимедийного эвристического тренажера входят материалы, направленные на:

- мотивацию изучения рассматриваемой темы (задачи-проблемы, прикладные задания, материал по истории математики, задачи-провокации и др.);

- актуализацию знаний (тесты с коррекцией, опорные конспекты для повторения с примерами решения базовых заданий, программы на построение для данного утверждения разнообразных конструкций: обратного, противоположного, обратного противоположному и др.);

- коррекцию знаний по теме (тесты базового и углубленного уровней, обучающие разветвленные программы и с запаздывающей коррекцией);

- углубление знаний и формирование эвристических умений (программы «задача-метод», «задача-софизм», «найди эвристики для решения заданий», «задача одна – решения разные» и др.) [3].

Опираясь на все вышесказанное, мы предлагаем в качестве одного из средств, которые могут быть использованы для подготовки к ЕГЭ, мультимедийные тренажеры. Нами разработан тренажер на основе заданий из открытого банка, который направлен на обобщение и систематизацию знаний учащихся по алгебре и началам математического анализа, а также подготовку к ЕГЭ базового уровня.

Наш тренажер состоит из нескольких взаимосвязанных частей. Первая часть – это тест, созданный на основе заданий ЕГЭ базового уровня, относящихся к темам алгебры и начал математического анализа. Он предназначен для оценки готовности обучающегося к сдаче ЕГЭ и уровня сформированности знаний, умений и навыков в целом. После прохождения теста обучающийся получает подробный отчет (рис. 1), в котором отражено количество набранных баллов, процент правильных ответов, проходной балл, количество правильно выполненных заданий по каждой группе, а также вопросы теста с ответами ученика. В случае если оценка неудовлетворительная, он переходит ко второй части тренажера.



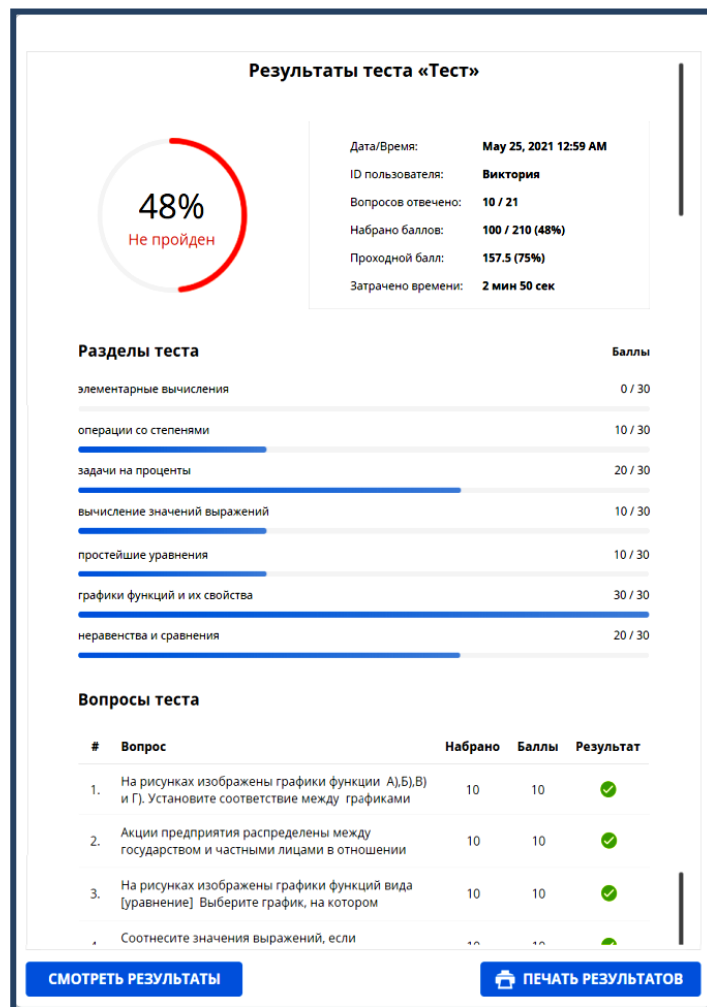
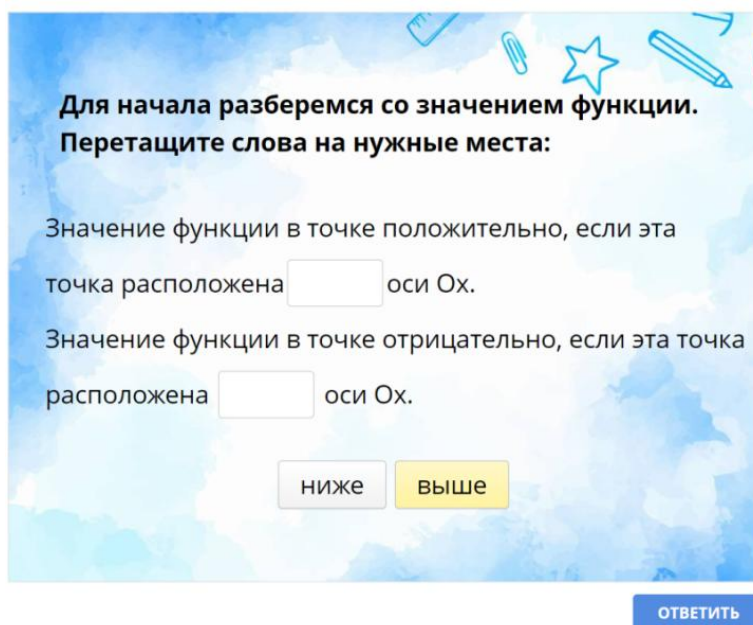


Рис. 1. Отчет о результатах прохождения теста первой части тренажера

Ориентируясь на результаты прохождения вступительного теста, отраженные в отчете, обучающийся может выбрать во второй части тренажера тему, которую ему необходимо проработать. Вторая часть представляет собой систему задач, подобных задачам из открытого банка заданий ЕГЭ, с различными видами эвристических подсказок (размытое наведение на поиск решения, алгоритмические подсказки, полное решение: сверка своего хода решения с правильным). Также в этой части есть возможность повторить теоретический материал по теме (рис. 2).

Третья часть тренажера предполагает отработку умения решать алгебраические задачи ЕГЭ базового уровня. Она состоит из задач открытого банка заданий ЕГЭ, объединенных по темам, а также из задач повышенного уровня сложности, направленных на усвоение теоретических знаний. Предполагается, что обучающийся работает с третьей частью тренажера, если он прошел тест из первой части хорошо и желает обобщить и систематизировать свои знания, умения и навыки.

Отдельно в тренажер включен занимательный материал по алгебре и началам математического анализа (задачи-шутки, интересные факты, исторические справки и т.п.).



**Для начала разберемся со значением функции.**  
**Перетащите слова на нужные места:**

Значение функции в точке положительно, если эта точка расположена  оси  $Ox$ .

Значение функции в точке отрицательно, если эта точка расположена  оси  $Ox$ .

Рис. 2. Пример задания на повторение теоретического материала

**Заключение.** Представленная технология компьютерного управления процессом обобщения и систематизации знаний по алгебре и началам математического анализа при подготовке к ЕГЭ посредством мультимедийного тренажера позволит ученику лучше подготовиться к сдаче экзамена, обобщить и систематизировать знания по предмету. Тест, представленный в тренажере, дает возможность понять, с какими задачами ученик справляется с легкостью, а какие требуют более детальной проработки, а теоретический материал и системы обучающих задач делают тренажер завершенным. Данную технологию могут использовать как учителя, так и школьники для самостоятельного изучения или повторения изученного материала. Мультимедийный эвристический тренажер, на основе которого разработана технология управления процессом обобщения и систематизации алгебраического материала, повышают уровень наглядности предлагаемого материала, способствует активизации учебной деятельности учащихся, а также позволяет глубже усваивать учебный материал за счет сочетания разных видов эвристической деятельности.

#### Список литературы

1. Пустовая Ю.В. Эвристические умения как продукт учебно-познавательной эвристической деятельности учащихся при изучении курса алгебры и начал математического анализа школьников // Дидактика математики: проблемы и исследования: Международ. сборн. науч. работ. – 2020. – Вып. 51. – С. 77-82.
2. Скафа Е.И., Ганжа А.А. Информационно-коммуникационные технологии как средство управления геометрическим образованием школьников // Дидактика матема-

тики: проблемы и исследования: международ. сборн. науч. работ. – 2020. – Вып. 51. – С. 83-91.

3. Скафа Е.И. Эвристико-дидактические конструкции как средство овладения цифровыми навыками будущим учителем математики [Электронный ресурс] // Педагогика информатики: электронный науч.-методич. журнал. – 2021. – № 1. – Режим доступа: [http://pcs.bsu.by/2021\\_1/5ru.pdf](http://pcs.bsu.by/2021_1/5ru.pdf). Дата обращения: 21.02.2022.

4. Ковальчук Л.И., Магдесян А.И. Контролирующая и корректирующая деятельности учителя с применением электронных образовательных ресурсов в ходе мониторинга учебных достижений обучающихся по математике // Наука и образование сегодня. – 2020. – № 1 (48). – С. 60-63.

5. Ященко И.В., Семенов А.В., Высоцкий И.Р. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2020 года по математике // Педагогические измерения. – 2020. – № 3. – С. 3-16.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ФИЗИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

<b>Бачурин В.А.</b> Оценка состояния и перспектив развития российского рынка основных телекоммуникационных услуг .....	3
<b>Болоткан уулу Арсен.</b> Оценка на основе SST нейросетевой системы синтеза речи .....	8
<b>Григориadis Г.М.</b> Обнаружение теплового сигнала на фоне помех с наибольшей вероятностью .....	14
<b>Канатъев К.А.</b> Возможности подсистемы АСОНИКА-П при моделировании объекта РЭС .....	20
<b>Попов И.Н.</b> Анализ исследуемого объекта с помощью подсистемы АСОНИКА-П .....	27
<b>Родионов В.А.</b> Экспериментальное исследование явления термодиффузии в коллоидных растворах с помощью метода поглощения света .....	33
<b>Токарев Н.В., Киреев И.С.</b> Экспериментальное исследование акустической и электромагнитной обстановки бытовых помещений .....	37

### МАТЕМАТИКА, ЕЕ СОВРЕМЕННЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В ЭКОНОМИКЕ

<b>Бычков Н.В.</b> Статистические показатели и математические расчеты в анализе рынка труда России .....	47
<b>Ермаков А.А.</b> Алгоритмы реализации методов прогнозирования и анализа экономических процессов при помощи фрактальных характеристик .....	52
<b>Рыбина М.С.</b> Модель оптимального управления экономической системой в условиях массовых заболеваний .....	65
<b>Симонов Д.К.</b> Оптимизационная модель согласования ресурсного и производственного потоков .....	76
<b>Юдин Д.В.</b> Моделирование производственного потока .....	81

### СИНТЕЗ, КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ И КОМПЬЮТЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

<b>Андропова О.Ю.</b> Сравнительный анализ компьютерных средств моделирования динамических систем .....	88
<b>Артёмов И.А.</b> Использование систем компьютерной математики в исследованиях динамических моделей с переменными параметрами .....	95
<b>Зайцев Д.С.</b> Аспекты моделирования иерархических систем управления .....	102
<b>Корепанова А.Э.</b> Математическое моделирование процесса разрушения озонового слоя и анализ методов защиты озоносферы ...	108

<b>Людаговская М.А.</b> Нейросетевое моделирование для прогнозирования изменения технического состояния железнодорожного пути .....	114
---	-----

## **КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММИРОВАНИЕ, ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

<b>Артёмов И.А.</b> Реализация алгоритма контроля остатков товара на складе .....	120
<b>Денисова А.Р.</b> Разработка информационной системы документооборота фотоцентра .....	125
<b>Жумарев Н.В.</b> Исследование возможностей применения 5G сетей в бизнесе .....	130
<b>Зайцев А.А.</b> Автоматизация измерений тока и напряжений в электрических цепях .....	135
<b>Зацепин Д.К.</b> Использование машинного обучения в торговле акциями .....	139
<b>Иванов И.Д.</b> Измерение амплитудно-частотных характеристик звуковых трактов с применением персонального компьютера .....	144
<b>Козлова Д.Р.</b> Информационная безопасность: дефиниция понятия, основные особенности и возможные угрозы .....	149
<b>Коленников С.В.</b> Тенденции развития компьютерной преступности..	154
<b>Тарасов Д.В., Симонов А.В.</b> Ускорение UL-разложения матриц больших размеров с помощью технологии параллельных вычислений CUDA .....	159

## **ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ**

<b>Акимов С.В.</b> Проблемы и перспективы использования технологий дополненной и виртуальной реальности в образовании .....	165
<b>Анчукова С.Н.</b> Использование технологии проблемного обучения на уроках биологии .....	169
<b>Байтимирова И.А.</b> Особенности применения мобильных технологий при подготовке будущих учителей математики и информатики .....	173
<b>Блинников Д.М.</b> Экскурсии на уроках биологии в школе .....	180
<b>Воротынцева Н.Н.</b> Методика организации проектной деятельности старшеклассников при обучении геометрии с применением цифровых ресурсов и сервисов .....	185
<b>Исаева Е.А.</b> Компьютерное управление формированием универсальных учебных действий в процессе эвристического обучения алгебре .	197
<b>Исламова В.В.</b> Инновационные методики и технологии преподавания философии для систематизации личного мировоззрения студентов .....	204
<b>Калегин А.А.</b> Механизмы активизации познавательного интереса школьников к математике .....	208

<b>Козлова Д.Р.</b> Инновационные методы и стратегии обучения .....	214
<b>Магарин В.О.</b> Мир с искусственным интеллектом .....	219
<b>Мишенина Д.И., Шульженко А.Ю.</b> Исследовательский проект о роли и месте математики в жизни человека (глазами респондента) ....	222
<b>Мишина А.А.</b> Использование онлайн-доски Migo на уроках «Окружающий мир» .....	232
<b>Мусаев З.Х.</b> Информационные системы для бизнеса в электронной коммерции .....	237
<b>Пищулина Е.Р.</b> Анализ учебников и учебных пособий по теме «Задания с параметрами» .....	242
<b>Плахотнюк Н.С.</b> Активизация познавательной деятельности пятиклассников на уроках математики с помощью мультимедийных средств обучения .....	249
<b>Полянский К.А.</b> Инновационные инструменты автоматизации бизнес-процессов как способ управления клиентским опытом в интернет-магазине .....	259
<b>Попов Е.С.</b> Калькулятор комплексных чисел с графическим представлением .....	264
<b>Сафонова Ю.А.</b> Использование технологии «Kahoot» в экологическом образовании младших школьников .....	269
<b>Тарасова В.В.</b> Технология компьютерного управления процессом обобщения и систематизации знаний по алгебре и началам математического анализа при подготовке к ЕГЭ .....	273

Научное издание

# НА ПЕРЕКРЕСТКАХ НАУК



## МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНЫХ РАБОТ

**(15 апреля – 28 мая 2022 г.)**

*Технический редактор – Г. Н. Бурганская*

*Техническое исполнение – В. М. Гришин*

Сборник подготовлен по материалам, предоставленным  
авторами в электронном виде, и сохраняет авторскую редакцию

Лицензия на издательскую деятельность

ИД № 06146. Дата выдачи 26.10.01

Формат 60 x 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнитура Times. Печать трафаретная.

Печ.л. 17,7 Уч.-изд.л. 17,5

Тираж 300 экз. (1-й завод 1-25 экз.). Заказ 56

Отпечатано с готового оригинал-макета на участке оперативной полиграфии  
Елецкого государственного университета им. И. А. Бунина

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина»

399770, г. Елец, ул. Коммунаров, 28,1