

## ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБУЧЕНИИ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ШКОЛЕ И ВУЗЕ\*

**А.А. Серов, А.П. Сильченко**

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», Тверь

*Рассматривается применение методов современного искусственного интеллекта как перспективной образовательной технологии EdTech в обучении изобразительной деятельности в школе и вузе. Изложены возможные методы применения искусственного интеллекта и машинного обучения в данной области современного художественного образования для решения различных образовательных задач в настоящее время и в ближайшем будущем.*

**Ключевые слова:** *искусственный интеллект, глубокое машинное обучение, компьютерное зрение, нейронные сети, образовательные технологии EdTech в обучении изобразительной деятельности, генерация и преобразование изображений, компьютерное оценивание качества изображений, чат-боты.*

Глубокое машинное обучение, искусственный интеллект, компьютерное зрение активно внедряются во все сферы деятельности современного человека. Новейшие результаты этого процесса можно считать фантастическими: идентификация человека по изображению, определение пола и возраста человека или животных со стопроцентной точностью, определение вида растений по изображениям, выполнение биохимических анализов по звукам, иммерсивное средство чтения текста и многое другое. Подобные технологии постепенно внедряются и в образовательный процесс школы и вуза, порождают огромный пласт новых образовательных технологий на стыке образования и IT-технологий, так называемых технологий EdTech. Образовательные технологии EdTech (от англ. Educational technology, новые технологии в образовании) обычно связывают с дистанционным онлайн-образованием. На самом деле это понятие гораздо глубже и шире: оно объединяет все способы использования IT-технологий в образовательном процессе школы или вуза – от компьютеров и документ-камер до симуляторов виртуальной и дополненной реальности, интерактивных тренажеров, онлайн-досок и чат-ботов. В настоящее время во всем мире EdTech – одна из самых быстроразвивающихся областей в современном образовании. Технологии EdTech принципиально меняют процесс обучения и данные изменения можно назвать революционными.

Образовательные технологии EdTech – это активный процесс позитивной интеграции технологий глубокого машинного обучения и искусственного интеллекта в образование, способствующий созданию более качественной среды обучения и новых способов, с помощью которых обучающиеся могут получать

---

\* Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 20-013-00150\21 «Теоретико-методологическое обоснование и технология разработки цифрового образовательного контента в образовательной организации», 2020-2021г.

новые знания, выполнять свои учебные задания, успешно формируя при этом как стандартные, так и совершенно новые образовательные компетенции. Электронные образовательные технологии EdTech сегодня включают в себя образовательные технологии электронного обучения, информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) в сфере образования, компьютерное обучение и оценивание, технологии виртуальной образовательной среды (обучающие платформы, онлайн-сервисы) и многое другое. Основная цель применения подобных образовательных технологий EdTech (в настоящее время): помощь преподавателям и обучающимся в обучении более легкими, быстрыми, точными, эффективными или менее затратными методами (по сравнению с традиционными образовательными технологиями). Особое место данные технологии могут найти и в коррекционном образовании (иммерсивное чтение текста, интерактивные обучающие тренажеры и мн. др.)

В соответствии с требованиями соответствующих ФГОС обучение изобразительному искусству должно отвечать, в частности, следующим требованиям: овладение практическими умениями и навыками в различных видах художественной деятельности (рисунке, живописи, скульптуре, художественном конструировании) *и в специфических формах художественной деятельности, базирующихся на ИКТ (цифровая фотография, видеозапись, элементы мультипликации и пр.)* [6]. Подобные требования стандарты ФГОС предъявляют к обучению изобразительной деятельности и в школе, и в вузе (для соответствующих профилей). Современные образовательные технологии EdTech на основе искусственного интеллекта (ИИ) полностью соответствуют требованиям всех указанных стандартов в обучении изобразительной деятельности и даже постоянно опережают их по предоставляемым возможностям и ресурсам.

В изобразительной деятельности человечество овладело умениями создания уникальных визуальных изображений высокого качества. Пока алгоритмическая основа этого процесса изучена плохо, и не создана искусственная система с аналогичными возможностями. Но в отдельных областях визуального восприятия (компьютерного зрения), таких как распознавание и классификация зрительных объектов, визуальные возможности ИИ, близкие к человеческим, уже созданы. В настоящее время достаточно высокие результаты получены и в генерации искусственных художественных изображений, и в улучшении исходных.

Обучение изобразительной деятельности как образовательный процесс обладает целым рядом специфических сложностей и проблем, которые, на наш взгляд, делают процесс внедрения в данную область образования технологий EdTech на основе ИИ еще более востребованным: например, трудоемкость оценивания художественных произведений обучающихся и динамики улучшения этих работ, невозможность исправления ошибок и др. Полагаем, что с внедрением в образовательный процесс соответствующих технологий EdTech на основе глубокого машинного обучения и искусственного интеллекта подобные проблемы могут быть частично или полностью решены.

В настоящее время, на наш взгляд, предоставляется целесообразным

выделение следующих направлений применения технологий ИИ в обучении изобразительной деятельности в школе и вузе: генерация художественных изображений; улучшение качества изображений; различные преобразования изображений; компьютерное оценивание качества художественного изображения; сравнение двух изображений; чат-боты для оценивания детских рисунков в режиме онлайн.

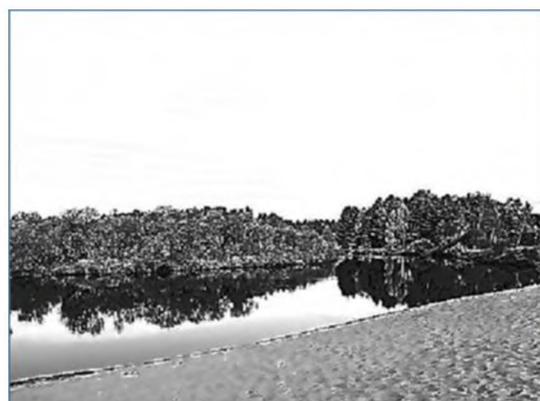
В данном исследовании в качестве инструментария для выполнения вычислений нами использовались следующие ресурсы: статистическая среда R, различные IDE для языка программирования Python 3, облачные вычисления в среде Google Colaboratory, некоторые онлайн-ресурсы. Рассмотрим более подробно некоторые из данных направлений.

## ГЕНЕРАЦИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Приведем примеры некоторых перспективных (на наш взгляд) образовательных технологий EdTech на основе ИИ, нейронных сетей и машинного обучения в художественном образовании в школе и вузе, связанных с получением новых художественных изображений или их преобразованием: преобразование изображения в эскиз; нейронная трансформация стиля изображения; генеративно-сопоставительные нейронные сети (GAN) для генерации искусственных изображений, переноса стиля и повышения качества изображений; создание художественных изображений в стиле пакета R flametree; преобразование изображения в стиле мультфильма; генерация изображений по тексту; создание изображений роботами и др.

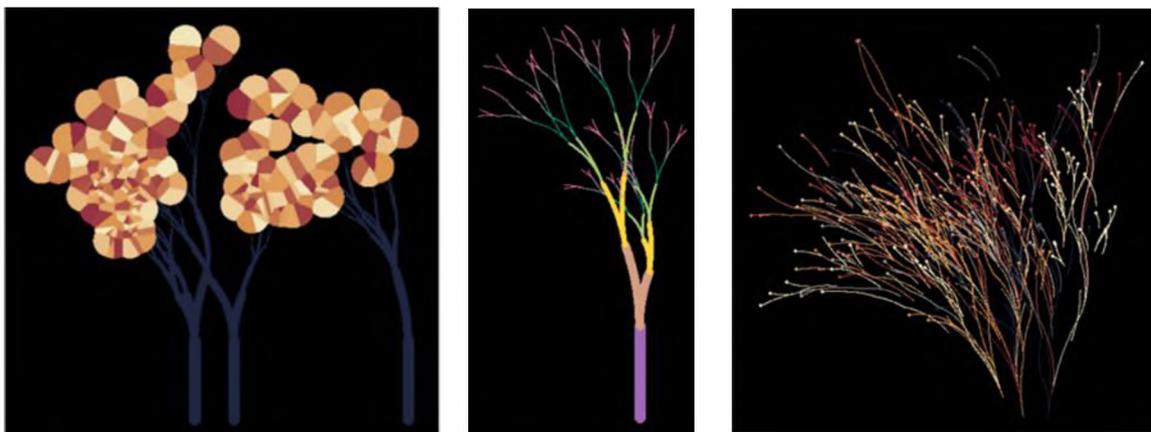
Рассмотрим некоторые примеры подобных генераций и преобразований.

*Преобразование изображения в эскиз* может быть использовано в процессе обучения созданию эскиза реального изображения. Соответствующий пример преобразования изображения в эскиз в пакете R sketcher [4] представлен на рис. 1.



*Рис. 1. Преобразование изображения в эскиз в пакете R sketcher  
(использовано авторское изображение)*

*Генерация искусственных художественных изображений* в пакете R flametree развивает у обучающихся представления о правильной композиции рисунка и др. Примеры таких изображений представлены на рис. 2.



*Рис. 2. Генерация изображений в пакете R.flametree  
(использованы авторские параметры)*

Новейшей технологией ИИ в создании высокохудожественных изображений является *нейронное преобразование стиля изображения* (NST): одно изображение изменяется в стиле другого, т.е. переносится текстура с одного изображения на другое. В данной работе мы применяли нейронное преобразование стиля произвольных изображений, реализованное в блокноте Google Colaboratory [9] и преобразование стиля изображений онлайн [5]. Имеются и другие алгоритмы таких преобразований [8]. В первом случае изображения содержания и стиля загружались в виртуальную машину с диска Google. Для повышения скорости выполнения преобразований использовалась среда GPU в облаке Google Colab. Для получения изображения с высоким художественным качеством существуют некоторые рекомендации [8, с. 334]. На рис. 3 представлен пример подобного преобразования: исходное изображение (содержание), стиль изображения, результирующее изображение (соответственно). Количество эпох обучения модели изменялось и подбиралось опытным путем по визуальным оценкам.



*Рис. 3. Нейронное преобразование стиля изображения  
(содержание – авторское изображение)*

После преобразования стиля часто наблюдаются следующие изменения изображения: итоговый рисунок выглядит более законченным (благодаря гармоничной цветовой гамме); изображение приобретает более стилизованный характер; повышается оригинальность авторского решения, изменяется цветовая гамма, появляется ритм и др. Подобные преобразования часто позволяют обучающимся лучше понимать художественный объект и др. В нашем

вычислительном эксперименте также был выполнен и сравнительный анализ исходного и преобразованного изображений по некоторым основным характеристикам изображений и различий между ними с применением современных методов компьютерного зрения: разность двух изображений, фрактальная размерность изображений, индекс качества изображений BRISQUE, индекс структурного сходства двух изображений SSIM. Все вычисления были выполнены в среде Python 3. Были получены следующие результаты: после подобного преобразования почти всегда повышается фрактальная размерность (изображение становится более «сложным»); повышается индекс BRISQUE (изображение становится менее «естественным»); преобразование стиля существенно изменяет исходное изображение. На наш взгляд, при преобразовании стиля изображения в качестве содержания предпочтительно использовать чёрно-белые изображения высокого разрешения, на которых отсутствуют небольшие детали. В школе технологии нейронной передачи стиля изображений можно применять во внеурочной деятельности для развития творческих способностей учащихся: создаются необычные художественные образы, которые могут послужить основой к созданию новых художественных произведений.

Достаточно новой и интересной технологией ИИ является преобразование изображения в стиле мультфильма. Пример такого преобразования представлен на рис. 4.



*Рис. 4. Преобразование изображения в стиле мультфильма (исходное изображение взято из открытых источников в сети Интернет [2])*

Данные преобразования, на наш взгляд, могут помочь детям освоить технику создания изображений для мультфильмов.

#### КОМПЬЮТЕРНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА ХУДОЖЕСТВЕННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ. СРАВНЕНИЕ ДВУХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В настоящее время в компьютерном зрении представлены различные методы автоматической оценки качества изображений, например, индекс качества изображения BRISQUE [1], фрактальная размерность изображения и др. Разработаны методы и для выполнения сравнительного анализа двух изображений: разность двух изображений, индекс структурного сходства двух изображений SSIM [10] и др. Пример вычисления индекса качества изображения BRISQUE для конкретного изображения представлен на рис. 5. Вычисления основаны на применении преобученной нейронной сети.

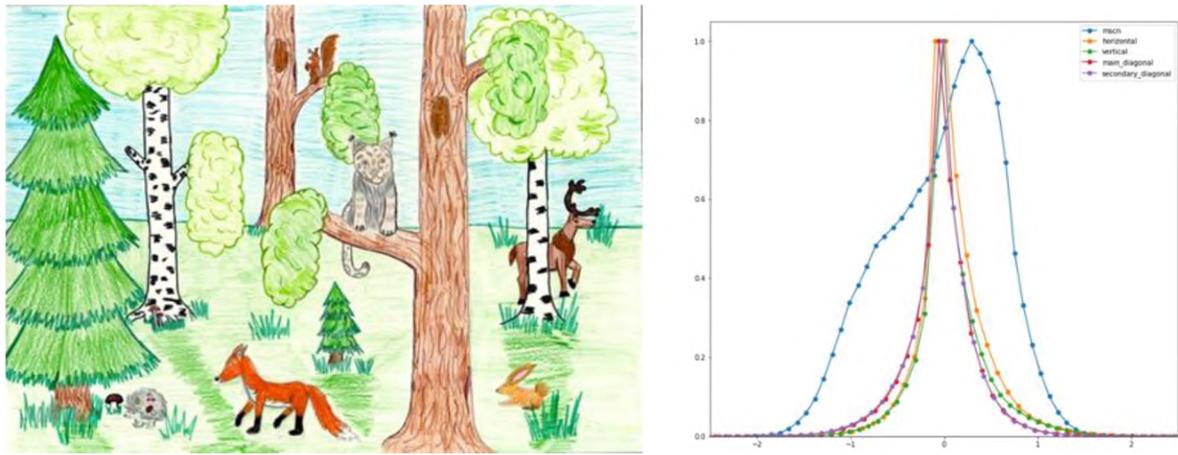
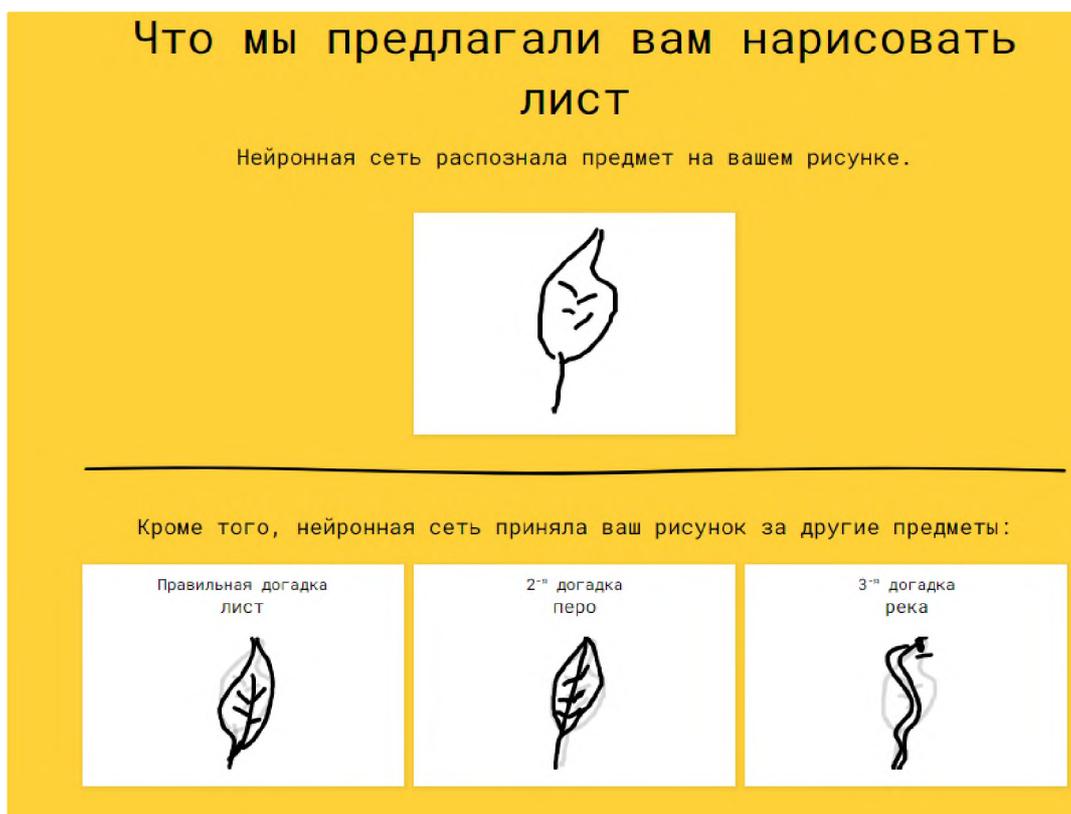


Рис. 5. Вычисление индекса качества изображения BRISQUE для детского рисунка. Слева – исходное изображение, справа – диаграмма для визуальной оценки его качества по отдельным характеристикам. Индекс BRISQUE равен 4.12. (Исходное изображение взято из открытых источников в сети Интернет [3]).

В общем случае индекс качества изображения BRISQUE меняется от 0 до 100 (чем меньше, тем выше качество изображения). Для данного изображения индекс BRISQUE равен 4.12, что говорит о достаточно высоком качестве изображения. Визуальная оценка качества данного изображения по диаграмме: есть проблемы с качеством изображения по параметру MSCN (синяя линия). Вычислительные эксперименты, проведенные нами для оценки качества детских рисунков, показывают, что в общем случае для оценки качества художественного изображения наиболее релевантные оценки можно получить с применением методов сравнения данного изображения с изображением-образцом (по индексу структурного сходства SSIM и др.) Применение данных оценок качества к реальным художественным изображениям связано с большими сложностями и нуждается в дальнейших научных исследованиях.

#### ЧАТ-БОТЫ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ДЕТСКИХ РИСУНКОВ В РЕЖИМЕ ОНЛАЙН

В настоящее время разрабатываются и чат-боты для формирования изобразительных умений и навыков. Одним из них является чат-бот на основе нейронной сети, в котором требуется изобразить на онлайн-доске вербально заданный графический объект за ограниченное время [7]. Пример работы с подобным ресурсом представлен на рис. 6 (задание: изобразить лист растения).



*Рис. 6. Пример работы чат-бота по созданию и распознаванию детского рисунка в режиме онлайн*

В данном случае нейронная сеть распознала предмет на рисунке. Данный ресурс позволяет формировать у обучающихся представления об основной форме предмета и композиции графического изображения.

Данный обзор существующих в настоящее время ресурсов на основе ИИ и некоторые предварительные вычислительные эксперименты, выполненные нами в этом исследовании, позволяют сделать вывод о возможности и целесообразности применения уже существующих инструментов ИИ и машинного обучения в сфере современного художественного образования.

Попробуем наметить и некоторые предварительные перспективы развития и применения технологий ИИ и машинного обучения в данной сфере современного образования. На наш (наверное, очень субъективный) взгляд, развитие технологий EdTech с использованием ресурсов на основе ИИ в художественном образовании может происходить по следующим основным направлениям.

Во-первых, создание инструментов на основе ИИ и нейронных сетей для более глубокого преобразования изображений: в стиле не одного изображения, а в целом творчества художника и др. Изменяться будут не только текстура изображения, но и другие его характеристики. Во-вторых, разработка средств для автоматической оценки изображений и в целом, и по каждому из стандартных критериев. Возможна разработка инструментов для оценки качества художественного изображения и уровня актуальных ЗУН обучающихся не только по статичным изображениям, но и по видеопотоку в целом. В-третьих, применение других технологий ИИ, не только на основе компьютерного зрения,

но и на основе машинных инструментов обработки естественного языка (NLP): анализ речевого сопровождения обучающегося в процессе создания им художественного произведения (например, рисунка и др.), текстовый анализ оценивания изображений с различным качеством и др. В рамках данного направления ИИ нами также был выполнен предварительный вычислительный эксперимент с удовлетворительными результатами. Возможно создание и комбинированных автоматических оценочных средств: и на основе компьютерного зрения, и на основе анализа текстовой информации. В-четвертых, дальнейшая разработка интерактивных тренажеров в обучении изобразительной деятельности в форме чат-ботов и др. В-пятых, создание диагностических и обучающих средств на основе ИИ в рамках изобразительной деятельности в специальном (коррекционном) образовании. Подобные инструменты на основе ИИ могут казаться слишком сложными и почти нереальными, но первые успешные шаги в этих направлениях уже сделаны.

Искусственный интеллект позволяет обучающимся по-новому взглянуть на сферу художественного искусства, научиться использовать новейшие мощные компьютерные инструменты работы с художественными изображениями разного формата, быстро получать, изменять и оценивать результаты своей очень специальной изобразительной деятельности. В настоящее время данные технологии обучения являются новейшими и поэтому нуждаются в более глубоком психологическом и методическом анализе. Но есть полная уверенность в том, что данные технологии EdTech, основанные на ИИ и нейронных сетях, будут постоянно развиваться и в ближайшем будущем смогут найти достойное применение в обучении изобразительной деятельности в школе и вузе.

### **Список литературы**

1. Автоматическая оценка качества изображения в Python. URL: <https://www.machinelearningmastery.ru/automatic-image-quality-assessment-in-python-391a6be52c11/> (дата обращения: 06.11.2021).
2. Дети, платье, природа, поле. URL: <https://bit.ly/3bDf2XB> (дата обращения: 06.11.2021).
3. Конкурс детского рисунка. URL: <https://clck.ru/YetLr> (дата обращения: 06.11.2021).
4. Преобразование изображения в эскиз. URL: <https://htsuda.net/sketcher/> (дата обращения: 06.11.2021).
5. Трансформация стиля изображения онлайн. URL: <https://alterdraw.com/ru/> (дата обращения: 21.09.2021).
6. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-noo/> (дата обращения: 04.10.2021).
7. Чат-бот: может ли нейронная сеть научиться распознавать рисунки? URL: <https://clck.ru/TcBdH> (дата обращения: 06.11.2021).
8. Шолле Ф. Глубокое обучение на Python. / пер. с англ. А. Киселева. СПб.: Питер, 2020. 400 с.

9. Neural Style Transfer with Eager Execution. URL: <https://clck.ru/Y38JR> (дата обращения: 21.09.2021).
10. Structural similarity index SSIM. URL: <https://clck.ru/YeS79> (дата обращения: 06.11.2021).

*Об авторах:*

СЕРОВ Анатолий Александрович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического и естественнонаучного образования, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (170000, Тверь, ул. Желябова, д. 33), e-mail: [Serov.AA@tversu.ru](mailto:Serov.AA@tversu.ru) SPIN-код: 8730-8708, AuthorID: 12148

СИЛЬЧЕНКО Ален Павлович – кандидат педагогических наук, доцент кафедры математического и естественнонаучного образования, директор Центра научно-методического обеспечения цифрового школьного образования ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», заместитель директора по цифровому развитию образовательного процесса (170100, Тверь, ул. Желябова, 33), e-mail: [allentver@gmail.com](mailto:allentver@gmail.com)

## **ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN EDUCATION OF FINE ACTIVITIES AT SCHOOL AND UNIVERSITY: CURRENT STATE AND PROSPECTS**

**A.A. Serov, A.P. Silchenko**  
Tver State University, Russia, Tver

*The article considers the application of the methods of modern artificial intelligence as a promising educational technology EdTech in teaching art at school and university. Some of the possible methods of using AI and machine learning in this area of modern art education for solving various educational problems at the present time and in the near future are outlined.*

**Keywords:** *artificial intelligence, deep machine learning, computer vision, neural networks, EdTech educational technologies in teaching visual activity, image generation and transformation, computer image quality assessment, chat bots.*

*About the authors:*

SEROV Anatoly Aleksandrovich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical and Natural Science Education, Tver State University (170000, Tver, Zhelyabova St., 33), e-mail: [Serov.AA@tversu.ru](mailto:Serov.AA@tversu.ru) SPIN-code : 8730-8708, AuthorID: 12148

SILCHENKO Alen Pavlovich, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical and Natural Science Education, Director of the Center for Scientific and Methodological Support of Digital School Education of the Tver State University, Deputy Director for Digital Development of the Educational Process (170100, Tver, Zhelyabova St., 33), e-mail: [allentver@gmail.com](mailto:allentver@gmail.com)