

РАЗВИТИЕ КОМБИНАТОРНОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ ВУЗА СРЕДСТВАМИ ТЕХНОЛОГИЙ IT И AI В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ДИЗАЙНУ

Мокроусов Сергей Иванович,

SPIN-код: 5174-4988

кандидат педагогических наук, доцент, Департамент педагогики, Школа образования, Тюменский государственный университет, Российская Федерация, г. Тюмень, uogub67@mail.ru

Кашина Наталья Ивановна,

SPIN-код: 4095-4628

доктор педагогических наук, профессор кафедры музыкального образования, Уральский государственный педагогический университет, Российская Федерация, г. Екатеринбург, koranata@mail.ru

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: высшие учебные заведения; студенты; комбинаторное мышление; развитие комбинаторного мышления; дизайн; обучение дизайну; комбинаторика; цифровизация образования; цифровые технологии; цифровая образовательная среда; IT-технологии; искусственный интеллект; художественное образование; дизайн-образование; методы обучения

АННОТАЦИЯ. Актуальность статьи обусловлена требованиями государства в подготовке специалистов, способных нестандартно мыслить, вариативно решать профессиональные задачи, т. е. проявлять качества личности, которые предполагают развитое комбинаторное мышление. *Цель статьи* – обобщить и представить накопленный педагогический опыт развития комбинаторного мышления у студентов вуза средствами технологий IT и AI в процессе обучения дизайну. *Методологической основой исследования* являются: теоретические положения личностно ориентированного и деятельностного подходов, положения теории и методологии дизайн-проектирования. Использовались следующие *методы исследования*: изучение и анализ научной литературы, анализ и обобщение педагогического опыта, педагогическое моделирование, опытно-экспериментальная работа. *Научная новизна* состоит в том, что авторами представлена методика развития комбинаторного мышления у студентов вуза средствами технологий IT и AI в процессе обучения дизайну. Авторы делают вывод о том, что технологии IT и AI являются эффективным средством развития комбинаторного мышления студентов в процессе обучения дизайну, так как позволяют создавать оригинальные продукты путем сочетания ранее разработанных идей, модулей и проектов, автоматизировать процессы отбора и модификации компонентов продуктов дизайна. *Практическая значимость исследования* состоит в том, что оно способствует приращению инновационного опыта и распространению успешных практик интеграции технологий IT и AI в систему высшего образования. Материалы данного исследования могут использоваться в отечественном и зарубежном художественном и дизайн-образовании, служить основой содержания курсов повышения квалификации преподавателей колледжей и вузов.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Мокроусов, С. И. Развитие комбинаторного мышления у студентов вуза средствами технологий IT и AI в процессе обучения дизайну / С. И. Мокроусов, Н. И. Кашина // Педагогическое образование в России. – 2026. – № 3. – С. 166–173.

USE OF IT AND AI TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF COMBINATORIAL THINKING IN UNIVERSITY STUDENTS WITHIN A COURSE IN DESIGN

Mokrousov Sergey Ivanovich,

Candidate of Pedagogy, Associate Professor, Department of Pedagogy, School of Education, University of Tyumen, Russian Federation, Tyumen

Kashina Natalya Ivanovna,

Doctor of Pedagogy, Professor of Department of Music Education, Ural State Pedagogical University, Russian Federation, Ekaterinburg

KEYWORDS: higher education institutions; students; combinatorial thinking; development of combinatorial thinking; design; design education; combinatorics; digitalization of education; digital technologies; digital educational environment; IT technologies; artificial intelligence; art education; design education; teaching methods

ABSTRACT. The relevance of the study is due to the requirements of the state in the training of specialists who are able to think outside the box, variably solve professional problems, that is, show personality qualities that imply developed combinatorial thinking. The *purpose* of the article is to summarize and present the accumulated pedagogical experience in the development of combinatorial thinking among university students by means of IT and AI technologies in the process of teaching design. The *methodological basis* of the study is: the theoretical provisions of personality-oriented and activity-oriented approaches, the provisions of the theory and methodology of design. The following research *methods* were used: study and analysis of scientific literature, analysis and generalization of pedagogical experience, pedagogical modeling, experimental work. The *scientific novelty* is that the authors present a methodology for the development of combinatorial thinking among university students by means of IT and AI technologies in the process of teaching design. The authors conclude that IT and AI technologies are an effective means of developing students' combinatorial thinking in the design learning process, as they allow creating original products by combining previously developed ideas, modules and projects, automating the selection and modification of design product components. The *practical significance* of the study is that it contributes to the

growth of innovative experience and the dissemination of successful practices for integrating IT and AI technologies into the higher education system. The materials of this study can be used in domestic and foreign art and design education, can serve as the basis for the content of continuing education courses.

FOR CITATION: Mokrousov, S. I., Kashina, N. I. (2026). Use of IT and AI Technologies in the Development of Combinatorial Thinking in University Students Within a Course in Design. In *Pedagogical Education in Russia*. No. 3, pp. 166–173.

Постановка проблемы

Ориентиры государства на цифровую трансформацию экономики и реализацию задач импортозамещения, внедрения и развития «сквозных цифровых технологий»¹, IT, технологий искусственного интеллекта (далее – AI), которые декларируются в Федеральном законе «О технологической политике в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», «Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года»², требуют подготовки специалистов, способных нестандартно мыслить и неординарно, вариативно решать различные профессиональные задачи, действовать в ситуациях неопределенности, т. е. проявлять качества личности, базирующиеся на дивергентном и комбинаторном мышлении [10; 14; 15].

Развитие комбинаторного мышления у человека – длительный и сложный процесс, поэтому важно на разных ступенях образования (школа, ссуз, вуз) обращаться к решению этой проблемы, используя современные подходы и технологии, что позволит выпускникам в дальнейшем быть успешными и востребованными на рынке труда.

Отметим, что представления о комбинаторике человек почерпнул в результате наблюдения за природными объектами – пчелиными сотами, чешуей рыб, зонтичными растениями и т. д. Переосмысление этих впечатлений позволило ему в дальнейшем сформировать системные знания, которые были органичны самой природе человека (константам его мышления, логике и др.).

Кроме того, принципы работы современных компьютерных векторных графических программ предполагают использование комбинаторных операций перемещения, группировки объектов (примитивы,

линии, иллюстрации) в виртуальной среде, что является, по сути, коллажированием, если проводить аналогию подобных манипуляций с физическими объектами. Ряд инструментов векторных программ («интерактивное перетекание», «распылитель» и др.) также реализуют в своей работе комбинаторный принцип. Комбинаторные операции используют сегодня и диффузные модели AI для генерации новых продуктов и изображений.

В данном исследовании нами обобщен опыт развития комбинаторного мышления студентов вуза средствами технологий IT и AI в процессе обучения дизайну в рамках элективной дисциплины «Проектирование рекламы и инфографики в программе CorelDraw», которая реализуется на площадке Тюменского государственного университета.

Цель статьи – обобщить и представить накопленный педагогический опыт развития комбинаторного мышления у студентов вуза средствами технологий IT и AI в процессе обучения дизайну.

Обзор литературы

Анализ литературы показал, что понятие «комбинаторика» интерпретируется как раздел дискретной математики, изучающий всевозможные сочетания и расположения предметов [5]. В психологии это прием и механизм преобразования действительности в новые образные решения посредством перемещения, перегруппировки, сочетания [6]. В дизайне это метод формообразования, основанный на поиске, исследовании и применении закономерностей вариантного изменения пространственных, конструктивных, функциональных и графических структур, а также на способах проектирования объектов дизайна из типизированных элементов [8]. Все эти формулировки объединяют общие принципы – вариативность, использование комбинаторных методов (перестановка, группировка и др.) для достижения рационально-технологического (в математике, экономике, статистике) или образно-формообразующего (в изобразительном искусстве, дизайне, архитектуре) результата (продукта).

Трактовка понятия «комбинаторика» имеет много общего с понятием «композиция», однако при внимательном рассмотрении можно заметить значительное разли-

¹ Федеральный закон от 28.12.2024 № 523-ФЗ «О технологической политике в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_494804/ (дата обращения: 11.11.2025).

² Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 (ред. от 15.02.2024) «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года») // КонсультантПлюс. URL: <https://base.garant.ru/72838946/> (дата обращения: 09.09.2025).

чие: комбинаторика – это средство достижения, а композиционная гармония – конечная цель. При этом решение комбинаторных задач предполагает поиск разнообразных подходов, а также вариативность выбора результатов, что составляет основу дивергентного и творческого мышления [4].

С позиции *формообразования в архитектуре и дизайне* комбинаторика используется в решении узкоспециальных и прикладных задач – в проектировании на основе взаимоблокирующих кубов потолочного свода [13]; в создании вариантов мозаичной напольной плитки [19], модульно-мозаичной объемной структуры неоднородного ромбокубооктаэдра [12]; в комбинаторном проектировании (топологическая блокировка, машинное обучение и роботизированная сборка модулей на основе тактильных датчиков и т. д.) [9].

В *дизайне* также активно используются *комбинаторные методы*: перестановка, вставка, группировка, переворот, ритмическая организация и др. *Перестановка* – самый эвристический метод, поскольку предполагает спонтанно-поисковый путь решения задачи (удаление, добавление, трансформацию однородных элементов). *Вставка* (врезка) предполагает создание сложной формы из простой путем «разрушения» изначальных форм. *Трансформация* (от лат. *transformatio* – превращение) одной формы в другую часто используется при создании логотипов на основе шрифта, когда ключевая буква выделяется и превращается из шрифтового (принадлежащей конкретной гарнитуре) в графический элемент (визуальный знак). Также возможна трансформация деталей внутри одной формы (леттеринг, членение). *Кинетизм* (от греч. *kinetikos* – приводящий в движение) – идея движения изменения формы. Прием деконструкции (разрушения) – инверсия, переворот (формы, цвета, текстуры и т. п.).

Отечественные исследователи выделяют три возможных подхода к применению *комбинаторики в дизайне*: *во-первых*, комбинирование элементов на плоскости, *во-вторых*, изучение типизированных стандартных элементов (модулей), *в-третьих*, пропорциональное членение внутри определенной формы [8]. Здесь можно выделить разные *уровни комбинаторики*: формальную, которая предполагает работу с вариативностью геометрических форм; концептуальную, связанную с вариативностью идей [2].

Комбинаторику в дизайне рассматривают в *узком смысле* как метод технологии вариативного создания визуальных продуктов на основе модуля (например раппорта, в результате которого получается орнамент,

паттерн и т. п.) [17]. В *широком смысле* это метод гармонизации на основе поиска вариаций с помощью методов перестановки, группировки через композицию (ритмы, доминанты и т. п.) и образ, а также спонтанно-поисковый (эвристический) подход к созданию продукта дизайна.

Развитие технологий IT и AI спровоцировало активное исследование их возможностей как инструмента комбинаторики для эскизирования и генеративной разработки моделей одежды [18]; ускорения и оптимизации процессов дизайн-проектирования за счет автоматизации рутинных задач, генерации оригинальных идей, комбинирования сочетаний различных элементов и концепций [2; 3]. Реализация системы дополненной реальности на основе искусственного интеллекта открывает новые творческие возможности для дизайнеров и архитекторов [11].

Современными зарубежными и отечественными исследователями накоплен опыт успешного развития у обучающихся комбинаторного мышления. Они предлагают ставить перед студентами комбинаторные задачи с учетом специфики их образования – гуманитарного, естественнонаучного и т. д., что обусловлено разницей в принципах построения у них мыслительного образа (концептуального, математического, текстового и др.) [16].

Отдельные педагоги осуществляют поиск эффективных алгоритмов развития комбинаторного мышления у обучающихся, которые включают: определение (понимание наборов, осмысление объекта как множества, понимание того, что все наборы обозначений должны были быть выбраны на основе критериев задачи), выбор (структур объектов на основе критериев, вероятных объектов), заключение (вывод на основе проблемы), рефлексия (систематическая проверка всех возможных структур согласно концепции и процедуры комбинаторики) [17].

Современными педагогами-исследователями очерчивается круг комбинаторных операций, которые студент должен освоить в рамках обучения: взаимное расположение (с интервалом, блокирование, сопряжение, примыкание по контуру, пересечение, вписывание фигур); изменение положения фигур в пространстве (сдвиг, поворот, зеркальное отражение); изменение размера и масштаба элементов; изменение количества элементов; замена элементов; изменение свойств элементов (цвет, прозрачность, текстура) [1].

На основе вышеизложенных положений было сформулировано рабочее определение понятия «*комбинаторное мышление в дизайне*» – это вид мышления, характери-

зующийся способностью индивида концептуально и практически применять приемы формообразования (группировка, вставка и др.) для создания продуктов дизайна в опоре на эвристический (спонтанно-поисковый) и рационально-аналитический методы (модульная сетка, математика и др.) с учетом технологических, функциональных и эстетических требований к данному продукту.

Результаты исследования

В 2024–2025 учебном году в ФГБОУ ВО «Тюменский государственный университет» осуществлялась опытно-экспериментальная работа по развитию комбинаторного мышления студентов средствами технологий ИТ и AI в процессе обучения дизайну.

В исследовании приняли участие 21 человек экспериментальной группы и 28 человек контрольной группы – студенты 2 курса, обучающиеся по направлениям подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, 40.03.01 Юриспруденция, 02.03.03 Математическое обеспечение, 38.05.01 Экономическая безопасность, 10.03.01 Информационная безопасность, 39.03.01 Социология, 01.03.01 Математика, 41.03.01 Зарубежное регионоведение, 06.03.01 Биология, 38.03.02 Менеджмент, 42.03.05 Медиакоммуникация.

Исследование проводилось на трех этапах и включало первоначальную диагностику уровня развития у студентов комбинаторного мышления, апробацию методики развития комбинаторного мышления у студентов вуза средствами технологий ИТ и AI в процессе обучения дизайну и итоговую диагностику, обобщение и анализ результатов исследования.

Для осуществления первоначальной диагностики нами были выделены критерии и показатели уровня развития комбинаторного мышления студентов:

- эмоционально-мотивационный – наличие интереса к изучению комбинаторики, осознание необходимости ее применения в области дизайна (методы исследования – анкетирование, педагогическое наблюдение, экспертная оценка);

- когнитивный – наличие и характер знаний о комбинаторике, комбинаторных операциях, применяемых в дизайне, способах применения комбинаторных приемов с ИТ- и AI-технологиями, характерных для дизайна (методы исследования – анкетирование, педагогическое наблюдение, экспертная оценка);

- рефлексивный – характер самооценки базовых знаний и умений в области комбинаторики, самоанализ результатов собственных продуктов дизайна, выполненных с использованием ИТ- и AI-технологий (ме-

тоды исследования – анкетирование, педагогическое наблюдение, экспертная оценка);

- операционно-деятельностный – умение выполнять базовые комбинаторные операции (группировка, врезка и др.), создавать образные объекты с применением модулей (животные, птицы и др.), создавать объекты с использованием ИТ- и AI-технологий и применять комбинаторные приемы для их постобработки в графических программах (методы исследования – педагогическое наблюдение, экспертная оценка продуктов деятельности (карточки-задания, проектные работы, портфолио, отчеты по работе с AI)).

Результаты начальной диагностики показали необходимость работы формирующего характера.

Методика развития комбинаторного мышления студентов вуза средствами ИТ- и AI-технологий в процессе обучения дизайну реализовалась в образовательном процессе элективной дисциплины «Проектирование рекламы и инфографики в программе CorelDraw».

В основу методики был положен *деятельностный подход*, позволяющий осуществлять развитие комбинаторного мышления студентов в процессе предметной деятельности – создания продуктов дизайна (только в деятельности, осуществляющейся в новых обстоятельствах, возникают новообразования личности, в том числе развитие комбинаторного мышления), и *лично ориентированный подход*, позволяющий признать за обучающимися статус субъекта образовательного процесса и выстраивать его в соответствии с уровнем подготовки, опытом взаимодействия с ИТ- и AI-технологиями каждого студента; *принципы: доступности* (от простого к сложному, от базовых понятий к созданию продуктов на основе AI-технологий, к концептуальному осмыслению результата); *связь теории с практикой* (освоение теоретического материала в комплексе с выполнением учебных проектно-исследовательских работ); *научности* (разъяснение базовых принципов комбинаторики в математике, дизайне и др., технологий применения комбинаторики в процессе использования инструментов компьютерных программ, комбинаторных приемов в технологии работы с искусственным интеллектом, требований правовых и этических аспектов его применения); *систематичности и последовательности* (деление содержательного материала на блоки, этапность реализации методики, связь комбинаторики в дизайне с другими науками); *развивающего обучения* (активизация образного мышления через приемы ассоциации, агглюцинации и др., образные

и концептуальные требования к результатам проектной работы); *сознательности и активности* (осмысление необходимости развития комбинаторного мышления, самостоятельности в выполнении и завершении проектных заданий, составление отчетов по работе с искусственным интеллектом и постобработке продуктов генерации); *наглядности* (демонстрация и показ в виртуальной среде векторных графических программ с использованием мультимедийных систем и Интернета); *индивидуализации и дифференциации обучения* (вариативные задания для студентов с разным уровнем базовых навыков работы в компьютерных программах, индивидуализированная работа над проектом и отчетом о работе с искусственным интеллектом, вариативность результата).

Развитие комбинаторного мышления студентов осуществлялось на различных уровнях. *Теоретический уровень* предполагал разъяснение студентам особенностей применения методов комбинаторики (составление, соединение, врезка и т. д.) в дизайнерской проектной деятельности в процессе работы в графических программах. *Программно-формальный уровень* предполагал освоение студентами *спонтанно-поискового подхода* к комбинаторике, реализующегося в инструментарии векторных программ, предусматривающего интерактивное перемещение объектов (примитивы, сложносоставные объекты) и применение методов деформации, поворота, масштаба и др. для создания изображения; *рационально-аналитического подхода*, реализующегося в программах (булевы операции сложения, вычитания, группировка, расстановка объектов, текст вдоль пути, трассировка). *Уровень продуктового дизайна* предполагал, во-первых, создание образных визуальных продуктов (жираф, бегемот и др.) на основе модулей (треугольники и др.) с использованием комбинаторных приемов сочленения, расстановки и масштабирования; обратное задание – из примитивов (треугольник, кривая Безье, прямоугольник и др.), используя различные комбинаторные приемы, создать изображение (персонажа) и дать ему образное название (вратарь, капитан и др.). Во-вторых, данный уровень предполагал создание продуктов дизайна средствами технологий IT и AI (открытка, логотип, обложка, инфографика, портфолио).

На всех этапах реализации методики использовались следующие *методы*: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, проблемной ситуации, частично-поисковый (эвристический), проектно-исследовательский.

Методика включала ряд этапов:

Подготовительный этап, цель которого – познакомить обучающихся с комбинаторными методами, способствовать формированию базовых навыков их использования в среде векторных графических программ, подготовить к их практическому применению для создания продуктов дизайна и постобработки продуктов генерации искусственного интеллекта. На этом этапе обучающиеся знакомились с понятием комбинаторики с позиции дизайна, выполняли задания на комбинаторику в векторных программах, задания по проектированию объектов дизайна (открытка, логотип, обложка, инфографика, портфолио) в векторных программах по выбору студента (Corel Draw, Inkscape, Figma и др.):

- «Зоопарк» (формотворчество на основе модуля) – на основе графического модуля (черно-белый равносторонний треугольник) создавали образы животных (жирафа, бегемота и т. п.);

- «Персонаж» – задание, предполагающее использование различных текстурных сочетаний и графических примитивов (треугольник, круг, квадрат) для создания изображения и формулировку образного концептуального названия продукта;

- «Иконка» – задание, предполагающее использование комбинаторного метода перестановки и булевых операций для создания изображения по образцу.

Основной этап, цель которого – научить обучающихся применять комбинаторные операции в создании продуктов дизайна, осуществлять постобработку генеративных продуктов с помощью комбинаторных методов для преодоления правовых и этических ограничений использования AI. На этом этапе обучающимся предлагались следующие задания:

- «Открытка» – создание персонажей в иллюстративном стиле на основе шаблона (например: Винни-Пух и Пятачок и др.), разработка оригинал-макета поздравительной открытки с использованием данных персонажей и дополнительных элементов (подарочная коробка, лента и др.);

- «Логотип» – создание на основе брифа карты ассоциаций, мудборда нескольких вариантов кроков логотипа компании;

- «Обложка» – создание варианта оформления разворота книги на основе модульной сетки;

- «Инфографика» – создание на основе образцов (варианты инфографик) концептуального проектного решения инфографики, при этом название темы должно было быть образным (использовались методы ассоциации и агглюцинации – со-

поставления несопоставимого).

На этом же этапе реализации методики осуществлялись знакомство студентов с принципами создания генеративных продуктов с помощью AI (написание промптов, правовые и этические проблемы применения AI и др.) и формирование у них навыков создания продуктов дизайна с помощью AI (Midjourney, Kandinsky, «Шедевр», ChatGPT, Deepl, DALL-E, Stable Diffusion, Adobe Firefly Image и др.). Студентам предлагались следующие задания:

– «Открытка с AI» – студенты придумывали и писали промпты для создания поздравительной открытки с использованием AI, перерабатывали результаты генерации AI в векторной программе с помощью комбинаторных и программных методов (трассировки, группировки, перемещения, булевых операций), выполняли отчеты по работе с AI;

– «Логотип с AI» – студенты придумывали и писали промпты на основе брифа к логотипу компании, создавали с помощью разработанных промптов и AI кроки логотипа компании, перерабатывали результаты генерации AI в векторной программе с помощью комбинаторных и программных методов;

– «Обложка с AI» – студенты придумывали и писали промпты для генерации разворота любимой книги с помощью AI, создавали с помощью разработанных промптов и AI обложку книги, перерабатывали результаты генерации AI в векторной программе с помощью комбинаторных и программных методов. В итоге студенты выполняли отчет по работе с AI по всем вышеперечисленным темам.

Обобщающий этап реализации методики, цель которого – осознание студентами значимости комбинаторных методов для создания продуктов дизайна, продуктивности их применения в профессиональной деятельности. Здесь применялись методы мозгового штурма, портфолио, прием рефлексии. Студенты создавали авторское портфолио, в которое входили все работы учебного курса, включая работу с AI. Требования были следующими: наличие авторского лица у продукта, компонентов имиджевой рекламы, выраженная концепция проектного решения, применение модульной сетки и комбинаторных приемов для решения проектного задания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров, В. А. Архитектурно-композиционная комбинаторика / В. А. Александров. – Екатеринбург : Уральский государственный архитектурно-художественный университет, 2022. – 92 с. – EDN SLTBUP.
2. Богданов, В. М. Потенциал архитектурной комбинаторики как метода проектирования многофункциональных жилых комплексов в цифровую эпоху / В. М. Богданов // Инженерный вестник Дона. – 2025. – № 2 (122). – С. 46–67. – EDN CCAOVN.

На контрольном этапе опытно-поисковой работы проводилась проверка эффективности внедрения методики развития комбинаторного мышления студентов средствами технологий IT и AI в процессе обучения дизайну. Сравнительный анализ начального и итогового срезов показал значительную динамику уровня развития у студентов комбинаторного мышления.

Заключение

Методика развития комбинаторного мышления у студентов вуза средствами технологий IT и AI в процессе обучения дизайну включает три этапа: на *подготовительном этапе* осуществляются знакомство обучающихся с комбинаторными методами, формирование базовых навыков их использования в векторных графических программах, подготовка к их применению для создания продуктов дизайна и постобработки продуктов генерации AI; на *основном этапе* осуществляются применение комбинаторных операций в создании продуктов дизайна, знакомство с принципами создания генеративных продуктов с помощью AI и их постобработка с помощью комбинаторных методов; на *обобщающем этапе* осуществляется осознание обучающимися значимости комбинаторных методов для создания продуктов дизайна, продуктивности их применения в профессиональной деятельности.

Комбинаторика в данной методике применяется на *формальном* (работа с вариативностью геометрических форм) и *концептуальном* (вариативность идей) уровнях.

Технологии IT и AI являются эффективным средством развития комбинаторного мышления студентов, которое может применяться в процессе обучения дизайну, так как позволяет создавать оригинальные продукты путем гибкого сочетания ранее разработанных идей, модулей и проектов, автоматизировать процессы отбора и модификации компонентов продукта дизайна.

Материалы данного исследования могут использоваться в отечественном и зарубежном художественном и дизайн-образовании, служить основой содержания курсов повышения квалификации.

Перспективой исследования является изучение комбинаторного мышления студентов вуза в условиях профильного обучения.

3. Бугаева, О. Ф. Роль искусственного интеллекта и комбинаторики для дизайн-проектирования инновационных художественно-конструктивных решений одежды / О. Ф. Бугаева, Н. А. Сахарова // Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). – 2025. – № 1. – С. 482–485. – EDN BWBCYK.
4. Немов, Р. С. Психологический словарь / Р. С. Немов. – Москва : ВЛАДОС, 2007. – EDN QXSRFZ.
5. Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – Москва : Издательский центр «Азбуковник», 1997. – 1202 с. – EDN RXPJFZ.
6. Рубинштейн, С. Л. Основы общей психологии / С. Л. Рубинштейн. – Санкт-Петербург : Питер, 2002. – 720 с. – EDN TDWNDE.
7. Салтыкова, Г. М. Комбинаторика как метод формообразования в дизайне / Г. М. Салтыкова // Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник РГХПУ им. С. Г. Строганова. – 2019. – № 1-2. – С. 86–94. – EDN KYCDML.
8. Уваров, В. Д. Костюмная таписсерия в свете развития эвристических и комбинаторных методов формообразования / В. Д. Уваров, В. В. Джанибекян // Костюмология. – 2021. – Т. 6, № 1. – EDN WIBMCT.
9. Advancing Sustainable Construction: Discrete Modular Systems & Robotic Assembly / Yu. Liu, B. Belousov, T. Schneider [et al.] // Sustainability. – 2024. – Vol. 16, no. 15. – P. 6678. – DOI: 10.3390/su16156678. – EDN CYWFEP.
10. Application of smart technologies in music education for children with disabilities / N. G. Tagiltseva, S. A. Konovalova, N. I. Kashina [et al.] // Lecture Notes in Computer Science. – 2018. – Vol. 10896 LNCS. – P. 353–356. – DOI: 10.1007/978-3-319-94277-3_55. – EDN YBXIRF.
11. Bolojan, D. Creative AI: Augmenting Design Potency / D. Bolojan // Architectural Design. – 2022. – Vol. 92, no. 3. – P. 22–27. – DOI: 10.1002/ad.2809. – EDN YSGHTY.
12. Cándito, C. Geometry and Proportions in Anne Tyng's Architecture / C. Cándito, A. Meloni // Nexus Network Journal. – 2022. – Vol. 24, no. 2. – P. 463–480. – DOI: 10.1007/s00004-022-00599-8. – EDN TEQUVK.
13. Design of Flat Vaults with Topological Interlocking Solids / F. Lecci, C. Mazzoli, C. Bartolomei, R. Gulli // Nexus Network Journal. – 2021. – Vol. 23, no. 3. – P. 607–627. – DOI: 10.1007/s00004-020-00541-w. – EDN ZIENNU.
14. Information technologies in musical and art education of children / N. G. Tagiltseva, S. A. Konovalova, N. I. Kashina [et al.] // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2017. – Vol. 75. – P. 112–119. – DOI: 10.1007/978-3-319-59451-4_12. – EDN PRNVNF.
15. Internet Resource as a Means of Diagnostics and Support of Artistically Gifted University Students / N. I. Kashina, S. A. Konovalova, A. I. Suetina [et al.] // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2020. – Vol. 188. – P. 283–290. – DOI: 10.1007/978-981-15-5584-8_24. – EDN BQTTAW.
16. Kolloffel, B. The influence of learner-generated domain representations on learning combinatorics and probability theory / B. Kolloffel, T. H. S. Eysink, T. de Jong // Computers in Human Behavior. – 2010. – Vol. 26, issue 1. – P. 1–11. – DOI: 10.1016/j.chb.2009.07.008.
17. Maftuhah Hidayati, Yu. Combinatorial thinking to solve the problems of combinatorics in selection type / Yu. Maftuhah Hidayati, Ch. Sa'dijah, S. Abd Qohar // International Journal of Learning, Teaching and Educational Research. – 2019. – Vol. 18, issue 2. – P. 65–75. – DOI: 10.26803/ijlter.18.2.5.
18. Särämäkari, N. 'Just hit a button!' – fashion 4.0 designers as cyborgs, experimenting and designing with generative algorithms / N. Särämäkari, A. Vänskä // International Journal of Fashion Design, Technology and Education. – 2022. – Vol. 15, issue 2. – P. 211–220. – DOI: 10.1080/17543266.2021.1991005.
19. Walter, N. The Truchet Tile Grammar: A Generative System for Versatile Tile and Pattern Design / N. Walter, H. Ligler, B. Gürsoy // Nexus Network Journal. – 2024. – DOI: 10.1007/s00004-024-00779-8. – EDN IRYXJU.

REFERENCES

1. Aleksandrov, V. A. (2022). Arkhitekturno-kompozitsionnaya kombinatorika = Architectural and compositional combinatorics. Ekaterinburg: Ural State University of Architecture and Arts, 92 p. EDN SLTBUP.
2. Bogdanov, V. M. (2025). Potentsial arkhitekturnoy kombinatoriki kak metoda proektirovaniya mnogo-funktsional'nykh zhilykh kompleksov v tsifrovuyu epokhu = Potential of architectural combinatorics as a method for designing multifunctional residential complexes in the digital age. *Engineering Bulletin of the Don*, 2(122), 46–67. EDN CCAOVN.
3. Bugaeva, O. F., Sakharova, N. A. (2025). Rol' iskusstvennogo intellekta i kombinatoriki dlya dizayn-proektirovaniya innovatsionnykh khudozhestvenno-konstruktivnykh resheniy odezhd = The role of artificial intelligence and combinatorics for the design of innovative artistic and structural solutions for clothing. *Young Scientists – for the Development of the National Technological Initiative (POISK)*, 1, 482–485. EDN BWBCYK.
4. Nemov, R. S. (2007). *Psikhologicheskiy slovar'* = Psychological dictionary. Moscow: VLADOS Publishing House. EDN QXSRFZ.
5. Ozhegov, S. I., Shvedova, N. Yu. (1997). *Tolkovyy slovar' russkogo yazyka* = Explanatory dictionary of the Russian language. Moscow: Azbukovnik Publishing Center, 1202 p. EDN RXPJFZ.
6. Rubinshtein, S. L. (2002). *Osnovy obshchey psikhologii* = Fundamentals of general psychology. Saint Petersburg: Piter Publishing House, 720 p. EDN TDWNDE.
7. Saltykova, G. M. (2019). Kombinatorika kak metod formoobrazovaniya v dizayne = Combinatorics as a method of form generation in design. *Decorative Art and Subject-Spatial Environment. Bulletin of the Russian State University of Art and Industry named after S. G. Stroganov*, 1-2, 86–94. EDN KYCDML.
8. Uvarov, V. D., Dzhanibekyan, V. V. (2021). Kostyumnaya tapisseriya v svete razvitiya evristicheskikh i kombinatornykh metodov formoobrazovaniya = Costume tapestry in light of the development of heuristic and combinatorial methods of form generation. *Costume Studies*, 6(1). EDN WIBMCT.

9. Liu, Yu., Belousov, B., Schneider, T. et al. (2024). Advancing Sustainable Construction: Discrete Modular Systems & Robotic Assembly. *Sustainability*, 16(15), 6678. DOI 10.3390/su16156678. EDN CYWFEP.
10. Tagiltseva, N. G., Kononova, S. A., Kashina, N. I. et al. (2018). Application of smart technologies in music education for children with disabilities. *Lecture Notes in Computer Science*, 10896 LNCS, 353–356. DOI: 10.1007/978-3-319-94277-3_55. EDN YBXIRF.
11. Bolojan, D. (2022). Creative AI: Augmenting Design Potency. *Architectural Design*, 92(3), 22–27. DOI: 10.1002/ad.2809. EDN YSGHTY.
12. Cândia, C., Meloni, A. (2022). Geometry and Proportions in Anne Tyng's Architecture. *Nexus Network Journal*, 24(2), 463–480. DOI: 10.1007/s00004-022-00599-8. EDN TEQUVK.
13. Lecci, F., Mazzoli, C., Bartolomei, C., Gulli, R. (2021). Design of Flat Vaults with Topological Interlocking Solids. *Nexus Network Journal*, 23(3), 607–627. DOI: 10.1007/s00004-020-00541-w. EDN ZIENNU.
14. Tagiltseva, N. G., Kononova, S. A., Kashina, N. I. et al. (2017). Information technologies in musical and art education of children. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 75, 112–119. DOI: 10.1007/978-3-319-59451-4_12. EDN PRNVNF.
15. Kashina, N. I., Kononova, S. A., Suetina, A. I. et al. (2020). Internet Resource as a Means of Diagnostics and Support of Artistically Gifted University Students. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 188, 283–290. DOI: 10.1007/978-981-15-5584-8_24. EDN BQTTAW.
16. Kolloff, B., Eysink, T. H. S., De Jong, T. (2010). The influence of learner-generated domain representations on learning combinatorics and probability theory. *Computers in Human Behavior*, 26(1), 1–11. DOI: 10.1016/j.chb.2009.07.008.
17. Maftuhah Hidayati, Yu., Sa'dijah, Ch., Abd Qohar, S. (2019). Combinatorial thinking to solve the problems of combinatorics in selection type. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18(2), 65–75. DOI: 10.26803/ijlter.18.2.5.
18. Särämäkari, N., Vänskä, A. (2022). 'Just hit a button!' – fashion 4.0 designers as cyborgs, experimenting and designing with generative algorithms. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 15(2), 211–220. DOI: 10.1080/17543266.2021.1991005.
19. Walter, N., Ligler, H., Gürsoy, B. (2024). The Truchet Tile Grammar: A Generative System for Versatile Tile and Pattern Design. *Nexus Network Journal*. DOI: 10.1007/s00004-024-00779-8. EDN IRYXJU.