

DOI: 10.25629/НС.2024.12.24

УДК: 37.091.3

ВАК: 5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧИТЕЛЕМ МАТЕМАТИКИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ФОРМИРОВАНИЯ КОМБИНАТОРНОГО МЫШЛЕНИЯ У ОБУЧАЮЩИХСЯ

Евсеева Е.Г., Скворцова Д.А.

Донецкий государственный университет

Исследования проводились в ФГБОУ ВО «ДонГУ» при финансовой поддержке Азово-Черноморского математического центра (Соглашение от 29.02.2024 № 075-02-2024-1446)

Аннотация

В статье рассмотрена проблема подготовки учителя математики к формированию комбинаторного мышления обучающихся в условиях цифровой трансформации образования. Рассмотрены различные трактовки феномена комбинаторного мышления, данные отечественными и зарубежными авторами. Представлена трактовка феномена комбинаторного мышления в контексте деятельностного подхода. Поскольку развитие компетенций учителя математики по проектированию электронных средств формирования комбинаторного мышления происходит в процессе профессиональной подготовки, приведен комплекс дисциплин, при изучении которых эти компетенции осваиваются студентами. Описаны методы формирования компонентов комбинаторного мышления обучающихся, а именно мотивационного, содержательного и операционального. Приведены примеры проектирования средств формирования комбинаторного мышления школьников с применением цифровых инструментов таких как графические редакторы, сервисы для создания ментальных карт, интерактивных плакатов, онлайн доски. Предложено для формирования мотивационного компонента комбинаторного мышления использовать программы динамической геометрии и средства для создания презентаций. Для развития содержательного компонента комбинаторного мышления описано создание ментальных карт в сервисе Draw.io, а также алгоритмов комбинаторной деятельности с использованием онлайн доски SBoard. Развитие операционального компонента комбинаторного мышления предложено осуществлять с помощью интерактивного плаката по нахождению комбинаторных соединений, разработанного в сервисе Genial.ly. Представлена система онлайн тестирования, разработанная в сервисе Online Test Pad, направленная на диагностику сформированности комбинаторного мышления обучающихся, описаны требования к её проектированию.

Ключевые слова

подготовка учителя математики, формирование комбинаторного мышления, обучение комбинаторике в школе, электронные средства учебного назначения, комбинаторная деятельность, средства визуальной наглядности

Введение

В современных условиях цифровой трансформации экономики, возникает необходимость в технических и IT специалистах, способных к инновационной деятельности, характеризующейся умениями комбинировать пространственные и графические образы для создания качественно новых объектов, навыками выбора и принятия оптимального решения в условиях не-

определённости. Более успешно это будет делать человек с развитым комбинаторным мышлением, в связи с чем актуализируется проблема становления и развития этого типа мышления у обучающихся.

Комбинаторные способы рассуждения играют важную роль в общей структуре научного мышления, поэтому в современных условиях требования к уровню комбинаторно-вероятностного мышления школьников и студентов существенно повышаются.

Проблему формирования комбинаторного мышления обучающихся в последние десятилетия рассматривали в своих исследованиях такие ученые, как А.Ф. Абдрашитов [1], В.Г. Божко [2], А.Н. Ветохин [3], Л.В. Евдокимова [5], Л.Ю. Ковалева [8], Т.Г. Попова [9], С. Chang [14], Z. Gooya [13], E. Lockwood [11], Y. Maftuhah и др. [12], M. Rezaie [13], A. Rosyidi [15], Y. Tsai [14], G. Uripno [15] и др.

В то же время, развитие комбинаторного мышления в процессе обучения математике в школе является недостаточно исследованным явлением в психолого-педагогических исследованиях, особого внимания требует изучение влияния цифровой трансформации образования на этот процесс. Нерешенным является вопрос разработки и применения учителем математики цифровых инструментов, как для становления и развития комбинаторного мышления, так и для диагностики его сформированности.

Целью статьи является на основе анализа различных трактовок феномена комбинаторного мышления, данных отечественными и зарубежными авторами, представить трактовку феномена комбинаторного мышления в контексте деятельностного подхода; поскольку развитие компетенций учителя математики по проектированию электронных средств формирования комбинаторного мышления происходит в процессе профессиональной подготовки, рассмотреть комплекс дисциплин, при изучении которых эти компетенции осваиваются студентами; описать методы формирования комбинаторного мышления обучающихся; привести примеры проектирования средств формирования комбинаторного мышления школьников с применением цифровых инструментов таких как графические редакторы, сервисы для создания ментальных карт, интерактивных плакатов, онлайн доски.

Краткий обзор исследований

Попытки определить сущность комбинаторного мышления предпринимались с различных позиций многими отечественными, которые полагают, что комбинаторное мышление:

- имеет образные и абстрактно-логические компоненты, что позволяет считать его переходной формой мышления (от образного к абстрактно-логическому и обратно) (В.Г. Божко [2]);
- целостная психическая система личности, проявляющаяся и развивающаяся в комбинаторной деятельности (Л.В. Евдокимова [5]);
- познавательный акт, который направлен на формирование системы научного знания о познаваемых объектах, выраженного в генетическом единстве процесса отражения объективной реальности, выступающего в виде модели (Л.Ю. Ковалева [8]);
- мышление, при помощи которого обучающийся логическими приемами выстраивает определенные комбинации способов, и методов, направленных как на разрешение различным числом вариантов частных конкретных задач, так и на поиск общих закономерностей (Т.Г. Попова [9]).

Зарубежные авторы уделяют внимание не только толкованию, но моделированию феномена комбинаторного мышления, выделению компонентов его структуры, полагая что комбинаторное мышление:

- это способ мышления при решении комбинаторных задач (G. Uripno и A. Rosyidi [15]);
- имеет четыре уровня сформированности: 1) исследование некоторых вариантов; 2) исследование возможных вариантов наугад, без систематизации перебора; 3) систематическая генерация всех вариантов; 4) преобразование задачи в новую комбинаторную задачу (M. Rezaie и Z. Gooya [13]);

– это базовый навык, который необходимо развивать, чтобы развить потенциал и умение критически мыслить (Y. Tsai, & C. Chang [14]);

– включает три компонента: 1) формулы/выражения, 2) процессы подсчета вариантов; 3) наборы результатов, а также взаимосвязи между ними (E. Lockwood [11]);

– имеет четыре стадии: 1) идентификация, 2) выбор, 3) заключение и 4) рефлексия (Y. Maftuhah, C. Sa'dijah и, A. Subanji [12]).

Рассматривая процесс становления и развития комбинаторного мышления обучающихся в контексте деятельностного подхода к обучению, под комбинаторным мышлением мы понимаем тип мышления, направленный на выполнение субъектом комбинаторной деятельности и характеризующийся мотивационным, содержательным и операционным компонентами [6].

Нами обосновано, что только учитель математики, обладающий сформированной на высоком уровне профессиональной цифровой компетентностью, включающей способность проектировать электронных средств учебного назначения (ЭСУН), сможет обеспечить цифровую трансформацию математического образования [7]. Проектирование ЭСУН требует от учителя математики выполнение полного цикла проектирования, включающего разработку концепции и структуры, подбор учебного материала, разработку систем заданий различного назначения, выбор программного средства для реализации проекта, сбор материалов в компьютерную оболочку (учебный курс), тестирование и отладку работы программы, внедрение в учебный её процесс [7, С. 115]. Овладение методикой такого проектирования для современного учителя представляет определённые трудности в том случае, если он не освоил эту деятельность в процессе профессиональной подготовки.

Проведенный нами опрос учителей математики, стаж работы которых составляет более 10 лет, показал, что наибольшие трудности у них вызывает использование современных цифровых инструментов для проектирования и организации обучения.

Методы

У студентов кафедры высшей математики и методики преподавания математики Донецкого государственного университета, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями: математика и информатика), развитие способности к проектированию ЭСУН для формирования комбинаторного мышления обучающихся происходит при изучении целого ряда дисциплин (таблица 1).

Элементы методики формирования комбинаторного мышления, которую должен быть готовым реализовывать учитель математики, целесообразно рассматривать отдельно по каждому его компоненту.

Мотивационный компонент комбинаторного мышления составляют потребность субъекта в познании новых сложных комбинаций окружающей действительности, в обновлении собственных психических образований путем освоения комбинаторной деятельности, наличие у обучающихся мотивации к освоению профессий, требующих сформированного комбинаторного мышления, например, в сфере IT, инженерного творчества, промышленного дизайна. При формировании мотивационного компонента комбинаторного мышления можно предложить обучающимся профильных классов профессионально-направленные задачи, решение которых можно осуществить с помощью комбинаторных методов и рассуждений [7].

Для физического и физико-технического профиля обучения можно предложить задачу, математическая модель которой совпадает с простейшей моделью броуновского движения, совершаемого частицами под воздействием молекул (см. задачу 1 [4, с. 93]).

Таблица 1 – Дисциплин, при изучении которых они формируются способность учителя математики к разработке электронных средств формирования комбинаторного мышления

Дисциплина	Результаты обучения
1. Дискретная математика	Освоение студентами комбинаторных знаний и умений
2. Теория вероятностей и математическая статистика	Формирование навыков применения комбинаторных понятий, формул и алгоритмов для решения задач
3. Методика обучения математике	Формируются способы методической деятельности по проектированию и организации обучения комбинаторике в основной и средней школе
4. Основы проектной деятельности	Формируются умения по организации будущими учителями математики проектной деятельности обучающихся
5. ИКТ в обучении математике и информатике	Студенты осваивают программное обеспечение по проектированию и организации обучения математике
6. Проектирование и разработка электронных образовательных ресурсов	Формируются метапредметные компетенции учителя математики по разработке собственных электронных средств учебного назначения
7. Психология	Формируется понятие о мышлении как психическом познавательном процессе
8. Педагогическая и возрастная психология	Формируется понятие об учебной деятельности, её структуре, свойствах и особенностях организации в обучении математике

Задача 1. Из точки O на прямой Ox выходит 2^N человек. Из них половина идёт направо, половина – налево. Через час каждая группа снова делится пополам и снова половина идёт направо, половина – налево. Такое разделение происходит каждый час. Сколько человек придёт в каждую точку этой прямой через N часов после выхода?

Ответ: в точке $B_k\left(k - \frac{N}{2}\right)$ окажется C_N^k человек.

В дизайнерских профильных классах профессионально-направленные задачи на применение комбинаторики можно условно разделить на два направления: функционально-содержательное (собрание из одинакового набора разных деталей индивидуальных изделий – мебельных гарнитуров и т.п.) и формально-образное, в котором используются возможности комбинаторики для обогащения облика дизайн-объекта за счет вариаций цвета, группировки, орнаментации элементов целого, например, в графическом дизайне.

Содержательный компонент комбинаторного мышления составляют комбинаторные знания субъекта: определения и свойства понятий множество, подмножество, сочетание, размещение, перестановка, выбор повторный и неповторный; алгоритмы нахождения с комбинаторных соединений, повторного и неповторного выбора, полного перебора, формулы нахождения количества соединений, а также комбинаторные правила суммы и произведения [6]. Формирование содержательного компонента комбинаторного мышления может осуществляться путем структурирования комбинаторных знаний с использованием методов инженерии знаний, реализующих деятельностный подход к обучению. Применение этого метода предполагает разработку таких средств обучения как пирамиды понятий, ментальные карты [7].

Операционный компонент комбинаторного мышления составляют логические операции (анализ, синтез, сравнение, абстрагирование, аналогия, обобщение и др.), направленные на реализацию способов комбинаторной деятельности по выделению и соотнесению множеств, подмножеств и их элементов, определению их качественного состава, порядка следования элементов и других признаков [6]. Формирование операционного компонента мы предлагаем осуществлять с использованием методов ориентирования при решении комбинаторных задач, спектрального метода разработки системы задач, требующего полноты спектров знаний и действий для всех задач системы. Метод последовательного формирования комбинаторных действий, который может реализовываться с использованием такой системы задач, предполагает варьирование условия каждой задачи таким образом, чтобы для решения задач последовательно применялись все изучаемые понятия, формулы и алгоритмы.

Результаты и их обсуждение

Рассмотрим требования к проектированию учителем математики цифровых инструментов формирования компонентов комбинаторного мышления обучающихся.

При формировании мотивационного компонента исследование профессионально-направленных задач можно организовать в форме проектов, при выполнении которых учащиеся рассмотрят различные варианты решения поставленной задачи, графические модели построения решения, применение построенных моделей в будущей профессии.

Например, в дизайнерских профильных классах может быть предложено проектное задание «Комбинаторика простой геометрической формы». Оно заключается в том, чтобы выбрать несколько плоских или объемных фигур, а затем создать комбинаторный ряд из выбранных модулей. Именно так проектируются некоторые предметы дизайна, сооружения и дизайны интерьера [11]. Обучающиеся вначале рассматривают существующие дизайнерские проекты, а затем предлагают свои решения, которые строят с использованием цифровых инструментов. При этом могут быть использованы цифровые инструменты для 2D и 3D моделирования, такие как Autodesk 3ds Max, SketchUp, SelfCAD, Tinkercad, GeoGebra, Живая геометрия, Poly, GeometricConstructions и др. На рисунке 1 приведены слайды презентации подобного проекта.



Рисунок 1 – Слайды презентации проекта «Комбинаторика треугольной геометрической формы»

Для развития содержательного компонента комбинаторного мышления необходимы средства обучения, позволяющие обучающимся усваивать комбинаторные знания. Мы предлагаем использовать ментальные карты, разработанные с помощью таких программных средств, как MS Power Point, Adobe Photoshop, Paint, а также в онлайн сервисах, например, в MindMup, MindMeister, Drawio, Prezi, Coggle, MindManager [7].

На рис. 2 приведены две ментальные карты, спроектированные путем выделения понятийного поля темы «Комбинаторика» и установления иерархии комбинаторных понятий, разработанные с помощью сервиса *Draw.io*.

На рис. 2а слева находятся понятия, которые должны быть усвоены обучающимися до изучения комбинаторики (подмножество, элемент множества, мощность множества). Далее, при движении слева на право отображаются понятия, формируемые на основе уже усвоенных, находящихся правее. При этом происходит переход от декларативных знаний, которыми являются определения комбинаторных понятий, к процедурным, представленных формулами для вычисления числа комбинаторных соединений.

Ментальная карта на рисунке 2б представляет собой так называемую «пирамиду» понятий. При проектировании пирамиды понятий движение от ранее усвоенных к формируемым на их основе понятиям происходит в направлении снизу – вверх, или сверху – вниз. Построить пирамиду понятий означает разместить понятия по уровням с учетом того, что: нулевой уровень занимают уже усвоенные понятия; на первом уровне находятся понятия, которые определяются на основе понятий только нулевого уровня; понятие n -го уровня формируются на базе понятий не ниже $(n-1)$ -го уровня. Такое структурирование должно быть проведено учителем с целью установления логики учебного предмета, определение последовательности формирования понятий у обучающихся [6].

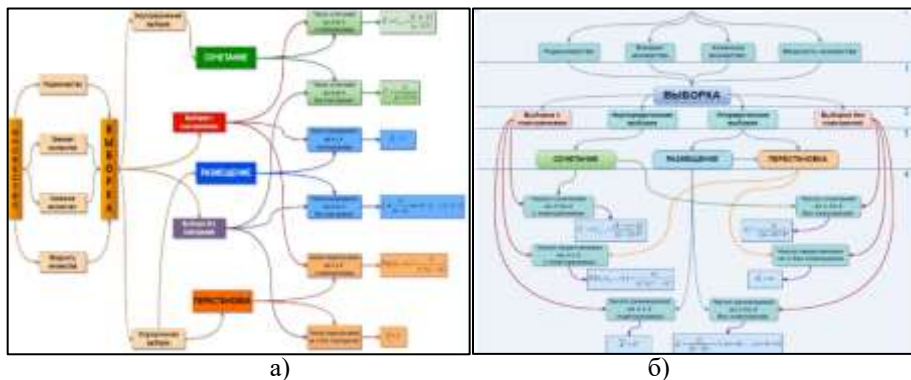


Рисунок 2 – Ментальные карты по теме «Элементы комбинаторики», разработанные при помощи сервиса Draw.io

Для развития операционного компонента комбинаторного мышления, заключающегося в реализации способов комбинаторной деятельности, учителю математики необходимо обеспечить формирование её ориентировочной основы за счет усвоения обучающимися алгоритмов нахождения комбинаторных соединений, а также освоения способов действий по решению типовых задач.

Для отображения алгоритмов комбинаторной деятельности учитель математики может использовать онлайн доски, например, Migo, IDroo, SBoard, Geoma и Classuper [7]. Алгоритм нахождения числа комбинаторных соединений без повторов, разработанный с использованием онлайн доски SBoard доступен к просмотру по ссылке <https://sboard.online/boards/-67fd730a-a658-4389-8b88-5169576af809>.

Реализуется комбинаторная деятельность путем решения комбинаторных задач. Для их решения в качестве ориентировочной основы могут использоваться интерактивные плакаты, которые помогают визуализировать большой объем информации, чем ментальные карты. Для разработки таких плакатов существуют специальные программы (MS PowerPoint, OpenOffice Impress и др.) и онлайн сервисы (Glogster, Genial.ly, Padlet, Classtools, Interacty.me, Canvastera, Thinglink и др.) [7].

На рис. 3 представлены скрины экрана интерактивного плаката по нахождению комбинаторных соединений, разработанного в сервисе Genial.ly (<https://view.genially.com/-67179a125584506d748ae9a1/interactive-content-interaktivnyj-plakat-kombinatorika>). При нажатии курсором на названия комбинаторных соединений раскрываются их определения (рис. 3а), а при нажатии на формулы – образцы решения задач с использованием этих формул (рис. 3б).



Рисунок 3 – Скриншоты экрана интерактивного плаката по теме «Комбинаторика», разработанного в сервисе Genial.ly

Проектирование интерактивных плакатов для формирования операционального компонента комбинаторного мышления предполагает определение всех действий, необходимых для реализации комбинаторных способов деятельности, а также знаний, необходимых для выполнения этих действий. Дальнейшая работа состоит в выборе визуала и программы для создания плаката. Использование интерактивных плакатов позволяет на этапе ориентирования актуализировать опорные знания, необходимые для решения задачи, рассмотреть образец решения типовых задач для выполнения репродуктивной деятельности по образцу.

Для диагностики сформированности комбинаторного мышления обучающихся необходимо проектирование учителем математики систем тестовых заданий и реализация их в онлайн-сервисах таких, как Online Test Pad, EasyQuizzzy, Quizizz, Яндекс Формы, stepForm, Pruffme и др. С примером системы тестовых заданий по теме комбинаторика, разработанным в сервисе Online Test Pad можно по ссылке <https://onlinetestpad.com/2bocdkwmzl2kg>.

Проектирование приведенной системы предполагает разработку учителем несколько видов тестовых заданий:

- 1) тестовые задания закрытого типа для освоения действий с математическими объектами, заданными в символьном виде (комбинаторные формулы перестановок, сочетаний и размещений, правила суммы и произведения);
- 2) тестовые задания закрытого типа для освоения действий с математическими объектами, заданными в графическом виде (алгоритмы, графы вариантов);
- 3) тестовые задания закрытого типа для освоения действий с математическими объектами, заданными в числовом виде (вычисление числа комбинаторных соединений по формулам и прямым перебором);
- 4) тестовые задания на соответствие, направленные на формирование комбинаторных понятий (перестановка, сочетание и размещение, правила суммы и произведения, выбор повторный и неповторный др.);
- 5) тестовые задания открытого типа, направленные на формирование способов действий (решение типовых комбинаторных задач).

Выводы и заключение

В статье рассмотрена проблема подготовки учителя математики к формированию комбинаторного мышления обучающихся в условиях цифровой трансформации образования, в то время как в современных исследованиях практически не затрагиваются вопросы разработки цифровых инструментов для этого процесса.

В отличие от других авторов (А.Ф. Абдрашитов [1], В.Г. Божко [2], Л.В. Евдокимова [5], Л.Ю. Ковалева [8], Т.Г. Попова [9]) в работе предложена трактовка комбинаторного мышления с позиций деятельностного подхода, что позволило его структурировать и формирование выполнять на основе анализа комбинаторной деятельности.

Кроме того, большинство исследователей сосредоточили своё внимание на разработке модели комбинаторного мышления и анализе теоретических основ его формирования (Y. Maftuhah, C. Sa'dijah & A. Subanji [12], M. Rezaie & Z. Gooya [13], Y. Tsai & C. Chang [14], G. Uripno & A. Rosyidi [15]), в то время как в настоящей работе рассмотрены практические аспекты формирования исследуемого феномена.

Напротив, некоторые авторы, например, Л.Ю. Ковалева [8], приводят общую стратегию формирования комбинаторного мышления, не выделяя его компоненты. В отличие от указанного подхода, в настоящей статье предложены средства для формирования каждого из выделенных компонентов (мотивационного, содержательного, операционального).

В отличие от авторов существующих работ, где не анализируются проблемы формирования комбинаторного мышления в условиях цифровой трансформации образования, нами предложены разнообразные электронные средства обучения комбинаторике, позволяющие повысить

эффективность этого процесса, а также требования к проектированию учителем математики цифровых инструментов.

Для формирования комбинаторного мышления школьников целесообразно применение таких цифровых инструментов, как графические редакторы, средства для создания мультимедийных презентаций, онлайн доски, сервисы для создания ментальных карт, интерактивных плакатов, интерактивных средств обучения, а также системы искусственного интеллекта. На этапе диагностики сформирования комбинаторного мышления могут использоваться системы онлайн тестирования.

Подготовка будущих учителей математики к формированию комбинаторного мышления обучающихся должна осуществляться в процессе изучения ими комплекса дисциплин учебного плана, включающих в себя математические, методические, психолого-педагогические и связанные с применением ИКТ дисциплины.

Проектирование учителем математики электронных средств формирования комбинаторного мышления предполагает разработку концепции и структуры, подбор учебного материала, разработку систем заданий различного назначения, выбор программного средства, реализацию проекта в виде электронного средства учебного назначения и внедрение его в учебный её процесс.

Результаты исследования могут быть использованы в как в профессиональной подготовке будущих учителей математики, так и практикующими учителями для проектирования и организации обучения комбинаторике в основной и средней школе.

Перспективы дальнейших исследований мы видим в разработке методики формирования комбинаторного мышления обучающихся, включающей не только электронные средства обучения, но и трансформации целей, содержания, методов и организационных форм обучения в условиях цифровизации математического образования.

Библиография

1. Абдрашитов, А.Ф. Развитие комбинаторного мышления у будущих учителей технологии в процессе графического образования : специальность 13.00.08 – Теория и методика профессионального образования : автореферат дис. ... канд. пед. наук / Абдрашитов Артур Фаатович. – Уфа, 2010. – 24 с.
2. Божко, В. Г. Комбинаторные знания и умения как необходимый компонент математического образования личности / В. Г. Божко // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : Материалы V Международной научной конференции, Донецк, 17–18 ноября 2020 года / Под общей редакцией С.В. Беспаловой. Том 6. Часть 2. – Донецк: Донецкий национальный университет, 2020. – С. 9-11.
3. Ветохин, А.Н. О месте комбинаторики в математической подготовке школьников / А.Н. Ветохин, Е.И. Деза, Д.Л. Модель // Наука и школа. – 2023. – № 6. – С. 160-172. – DOI: 10.31862/1819-463X-2023-6-160-172.
4. Виленкин, Н.Я. Популярная комбинаторика / Н.Я. Виленкин. – Москв : Наука, 1975. – 207 с.
5. Евдокимова, Л.В. Формирование комбинаторного мышления у младших школьников и подростков : специальность 19.00.13 – Психология развития, акмеология (психологические науки) : автореферат дис. ... канд. пед. наук / Евдокимова Лариса Владимировна; МГУ им. М.В. Ломоносова. – Москва, 2006. – 32 с.
6. Евсева, Е.Г. Формирование комбинаторного мышления у обучающихся как компетенция будущего учителя математики / Е.Г. Евсева // Дидактика математики: проблемы и исследования. – 2024. – Вып. 3 (63). – С. 34-43. DOI: 10.24412/2079-9152-2024-63-34-43.
7. Евсева, Е.Г. Приёмы формирования трехкомпонентной профессиональной цифровой компетентности у будущих учителей математики в бакалавриате / Е.Г. Евсева, Д.А. Скворцова // Человеческий капитал. – 2023. – № 12(180). – Ч. 2. – С. 106-116. – DOI: 10.25629/НС.2023.12.45.

8. Ковалева, Л.Ю. Формирование комбинаторного мышления студентов в процессе обучения математике / Л.Ю. Ковалева // Ученые записки Российского государственного социального университета. – 2009. – № 7-2(70). – С. 39-42.

9. Попова, Т.Г. Развитие комбинаторно-логического мышления старшеклассников в условиях профильного обучения : специальность 13.00.01 – Общая педагогика, история педагогики и образования : автореферат дис. ... канд. пед. наук / Попова Татьяна Григорьевна. – Улан-Уде, 2011. – 22 с.

10. Ромашкова, О.В. Комбинаторика в 3D-моделировании как средство творческого развития обучающихся по направлению подготовки дизайн (уровень бакалавриата) / О.В. Ромашкова, Ф.Ш. Салитова // Мир науки, культуры, образования. – 2019. – № 2(75). – С. 152-155.

11. Lockwood, E. A model of students' combinatorial thinking // Journal of Mathematical Behavior. – 2013. – No. 32. – Pp. 251–265. – DOI: 10.1016/j.jmathb.2013.02.008.

12. Maftuhah, Y.H., Sa'dijah, C. and Subanji, A.Q. (2019). Combinatorial Thinking to Solve the Problems of Combinatorics in Selection Type // International Journal of Learning, Teaching and Educational Research. – 2019. – Vol. 18. – No. 2. – Pp. 65-75. – DOI: 10.26803/ijlter.18.2.5.

13. Rezaie, M., Gooya, Z. What do I mean by combinatorial thinking? // Procedia Social and Behavioral Sciences. – 2011. – No. 11. – Pp. 122–126. – DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.01.046.

14. Tsai, Y.L., & Chang, C.K. Using combinatorial approach to improve students' learning of the distributive law and multiplicative identities // International Journal of Science and Mathematics Education. – 2009. – No.7(3). – Pp. 501–531. – DOI: 10.1007/s10763-008-9135-x.

15. Uripno, G., Rosyidi, A.H. (2019). Students' Combinatorial Thinking Processes in Solving Mathematics Problem // Jurnal Riset Pendidikan dan Inovasi Pembelajaran Matematika (JRPIPM). – 2019. – Vol. 2. – No. 2. – Pp. 80-92. – URL: journal.unesa.ac.id/index.php/jrpiptm.

Об авторах

Евсеева Елена Геннадиевна, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры высшей математики и методики преподавания математики, AuthorID: 853674, e.evseeva.dongu@mail.ru

Скворцова Дарья Александровна, ассистент кафедры высшей математики и методики преподавания математики, AuthorID: 1184097, darsanna97@mail.ru

DESIGNING BY A MATHEMATICS TEACHER OF ELECTRONIC MEANS OF FORMING STUDENTS' COMBINATORIAL THINKING

Evseeva E.G., Skvortsova D.A.

Donetsk State University

The research was carried out at FSBEU VO "DonSU" with the financial support of the Azov-Black Sea Mathematical Center (Agreement from 29.02.2024 № 075-02-2024-1446)

Abstract

The article considers the problem of professional training of a mathematics teacher to the forming students' combinatorial thinking in the context of digital transformation of education. Various interpretations of the phenomenon of combinatorial thinking given by domestic and foreign authors are considered. The interpretation of the phenomenon of combinatorial thinking in the context of the activity approach is presented. Since the development of the competencies of a mathematics teacher

in designing electronic means of forming combinatorial thinking occurs in the process of professional training, a set of disciplines is given, in the study of which these competencies are mastered by students. The methods of forming the components of students' combinatorial thinking, namely motivational, meaningful and operational, are described. Examples of designing tools for the formation of combinatorial thinking of schoolchildren using digital tools such as graphic editors, services for creating mental maps, interactive posters, online whiteboards are given. It is proposed to use dynamic geometry programs and tools for creating presentations to form the motivational component of combinatorial thinking. For the development of a meaningful component of combinatorial thinking, the creation of mental maps in the service Draw.io is described, as well as algorithms of combinatorial activity using the online board SBoard. The development of the operational component of combinatorial thinking is proposed to be carried out using an interactive poster on finding combinatorial connections developed in the service Genial.ly. The online testing system developed in the Online Test Pad service is presented, aimed at diagnosing the formation of combinatorial thinking of students, and the requirements for its design are described.

Keywords

digitalization, digital technologies, digital competence, mathematics teacher, professional competence of a mathematics teacher, mathematical-digital constituent, methodological-digital constituent, design-digital constituent