

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

УДК 378.147

DOI: 10.12737/2308-4898-2023-11-2-27-38

А.А. Мухаркина

Старший преподаватель,
Уральский государственный архитектурно-художественный
университет имени Н.С. Алфёрова,
Россия, 620075, Свердловская область, г. Екатеринбург,
ул. Карла Либкнехта, д. 23

Т.В. Чернякова

Канд. пед. наук, доцент,
Российский государственный профессионально-
педагогический университет,
Россия, 620143, Свердловская область, г. Екатеринбург,
ул. Машиностроителей, д. 11

Орнамент как основа формирования алгоритмических умений будущих бакалавров изобразительного и прикладных видов искусств

Аннотация. Орнаментальные композиции открывают значительные возможности для формирования алгоритмических умений у бакалавров изобразительного и прикладных видов искусств. Геометрический орнамент является хорошим обучающим материалом для построения и анализа цифровых художественных моделей с гибким уровнем сложности. Начертательная геометрия рассматривается как прикладной инструмент для анализа и создания орнаментальной композиции. Анализ орнамента позволяет более профессионально читать архитектурные и художественные формы. Интеграция дисциплин начертательной геометрии и компьютерной графики переводит содержание на качественно новый уровень. Геометрические построения в орнаментальных композициях функционально удобны для создания цифровых моделей при изучении векторных графических редакторов. В статье раскрывается проблема формирования у будущих бакалавров искусства алгоритмических умений, как важного компонента алгоритмической культуры и вычислительного мышления. В качестве языка описания алгоритма в решении орнаментальных композиций выбран язык начертательной геометрии и цифровой инструментарий векторной компьютерной графики. В статье представлен обобщенный алгоритм построения цифровой модели орнаментальных композиций, состоящий из аналитического, поискового, конструктивного, репродуктивного, рефлексивного, оценочного этапов, включающих в себя действие и вспомогательные вопросы для поиска решения графической задачи. Приведен пример частного алгоритма построения розы Амьенского собора, выполненный студентом в рамках изучения дисциплины «Современные информационные технологии». Поиск решений на каждом этапе выполнен с помощью вспомогательных вопросов обобщенного алгоритма. Особое внимание уделяется таким эта-

пам алгоритма как рефлексия готовой цифровой модели для исследования возможности использовать её в заданном материале.

Ключевые слова: орнаментальная композиция, геометрические построения, начертательная геометрия, компьютерная графика, вычислительное мышление, алгоритмические умения, цифровое моделирование.

A.A. Mukharkina

Senior Lecturer,
The Ural State University of Architecture and Art (USUAA),
23, K. Liebknecht str., Ekaterinburg, 620075, Russia

T.V. Chernyakova

Ph.D. in Pedagogy, Associate Professor,
Russian State Vocational Pedagogical University,
11, Mashinostroiteley str. Ekaterinburg, 620143, Russia

Ornament as the Basis for the Formation of Algorithmic Skills of Future Bachelors of Fine and Applied Arts

Abstract. Ornamental compositions open up significant opportunities for the formation of algorithmic skills among bachelors of fine and applied arts. Geometric ornament is a good training material for the construction and analysis of digital art models with a flexible level of complexity. Descriptive geometry is considered as an applied tool for analyzing and creating an ornamental composition. The analysis of the ornament allows you to read architectural and artistic forms more professionally. The integration of descriptive geometry and computer graphics disciplines takes the content to a qualitatively new level. Geometric constructions in ornamental compositions are functionally convenient for creating digital models when studying vector graphic editors. The article reveals the problem of the formation of algorithmic skills among future bachelors of art as an important component of algorithmic culture and computational thinking. The descriptive geometry language and digital tools of vector computer graphics were chosen as the language of the algorithm description in solving ornamental compositions. The article presents a generalized algorithm for constructing a digital model of ornamental compositions, consisting of analytical, search, constructive, reproductive, reflexive, evaluative stages, including action and auxiliary questions for finding a solution to a graphical problem. An example of a particular algorithm for constructing the rose of Amiens Cathedral, performed by a student in the framework of studying the discipline "Modern Information Technologies", is given. The search for solutions at each stage is carried out with the help of auxiliary questions of the generalized algorithm. Special attention is paid to such stages of the algorithm as reflection of the finished digital model to investigate the possibility of using it in a given material.

Keywords: ornamental composition, geometric constructions, descriptive geometry, computer graphics, computational thinking, algorithmic skills, digital modeling.

Введение

Орнаменты активно используются в работах современных профессиональных архитекторов, дизайнеров и художников. Рассматривая орнамент как продукт многогранной и полиморфной культуры, можно отметить его пластичность с точки зрения восприятия и воспроизведения в различных инструментальных средах и технологиях. Использование инструментов компьютерной графики для создания орнамента в текстильной промышленности, ювелирном деле и полиграфическом производстве является актуальным и эффективным способом повышения качества выпускаемой продукции.

Разработка цифровых моделей в ювелирном искусстве позволяет создавать уникальные и оригинальные украшения, которые соответствуют современным тенденциям моды и стиля. Цифровые модели позволяют дизайнерам быстро и удобно создавать прототипы украшений, проверять их форму и размер, а также проводить тестирование на прочность и устойчивость к износу.

Проектирование цифровых моделей для печати на ткани является актуальной и важной задачей в современном мире, где спрос на качественную и уникальную продукцию постоянно растет. Использование цифровых моделей позволяет создавать более точные и детализированные изображения, которые лучше передают цвет и текстуру материала. Кроме того, цифровые модели позволяют быстро и легко изменять размеры и расположение элементов на изображении, что дает дизайнерам больше свободы в создании уникальных дизайнов.

Таким образом, использование цифровых моделей позволяет быстро и точно создавать сложные узоры и композиции, которые могут быть использованы для создания уникальных дизайнов, контролировать процесс создания орнамента и быстро вносить изменения в дизайн, снизить затраты на производство и повысить эффективность работы, так как сокращает количество ошибок и дефектов при производстве, что делает этот процесс более доступным для компаний, которые не имеют достаточного опыта или ресурсов для создания опытных изделий вручную.

Орнаментальные композиции в обучении бакалавров по направлению подготовки изобразительного и прикладных видов искусств имеют хорошую дидактическую базу для формирования не только геометрических, но и алгоритмических умений.

Термин «орнамент» связан со словом «украшение» (от лат. *ornamentum* — украшение). Орнамент — часть материальной культуры общества, один из древнейших видов изобразительной деятельности человека, в далеком прошлом имевший символический, магический и знаковый смыслы. Каждая эпоха, стиль,

национальная культура вырабатывали свою систему, поэтому орнамент является признаком принадлежности произведений к определённому времени, народу, стране.

Геометрические орнаменты — самые древние среди созданных человеком орнаментальных форм. Предпосылки геометрического орнамента появились ещё до возникновения изделий ткачества, керамики, архитектурных построек. В этих орнаментах то, что на сегодняшний день кажется абстрактным, имело конкретное значение для древнего человека.

Основой геометрического орнамента является строгая последовательность и упорядоченность в использовании одних и тех же элементов. Чаще всего орнаментальные композиции, содержащие геометрические элементы, создаются по законам симметрии, сдвига и поворота геометрического мотива. Однако встречаются и более сложные варианты орнаментальных геометрических композиций, в которых орнаментальные схемы дополняются растительными, тератологическими (звериными), гротескными сюжетами. Как правило, геометрические мотивы повторяются или чередуются, образуя непрерывный ритмический ряд единообразных сегментов [2].

Геометрический орнамент является хорошей обучающим материалом в изучении векторной графики для построения и анализа цифровых художественных моделей с гибким уровнем сложности. Художественное моделирование орнаментов — это процесс рационального проектирования моделей с учетом законов геометрии, алгоритмического мышления, эстетической выразительности, технологических и цифровых возможностей.

Цифровое художественное моделирование активно формирует алгоритмическое мышление. *Цифровое художественное моделирование* рассматривается нами как процесс разработки, модификации и исследования цифровой модели художественного образа на предмет возможной адаптации к новым технологиям, материалам и всё более индивидуальным запросам цифрового общества [19].

Благодаря высокому историческому и этническому уровню разработанности мотивов, многообразию, образности и ассоциативности орнамент является великолепным дидактическим материалом как в художественном образовании в целом, так и в цифровом моделировании в частности. Орнамент можно рассматривать как визуальную алгоритмическую систему, в которой прикладным инструментом для создания и анализа являются начертательная геометрия. Эта инженерная дисциплина, содержащая двумерный геометрический аппарат и набор алгоритмов для исследования свойств геометрических объектов, позволяет выделить основные геометрические эле-

менты и набор действий для построения орнаментальных композиций.

Многие авторы исследований в области геометро-графической подготовки студентов отмечают следующие проблемы подготовки и их причины [3]. «Первая причина — попытка передавать знания и умения из трех различных разделов — математики (начертательная геометрия), информатики (компьютерная графика) и инженерного дела (инженерной графики) в условиях нехватки аудиторных часов. Вторая причина — сложность развития пространственного мышления. Отмечается, что информационные технологии, облегчающие понимание изображений, не решают проблему развития пространственного мышления» [21]. Н.А. Сальков в своих работах подчеркивает, что начертательная геометрия является универсальным инструментом для решения плоских и пространственных графических задач, которые активно используются при создании художественных образов. Графический язык начертательной геометрии является профессиональным языком в работе дизайнеров и художников [22; 23].

Анализ орнаментальных композиций во взаимосвязи «материал — технология — формообразование» с использованием инструментария начертательной геометрии позволяет выявить элементы композиционной структуры: симметричность (вертикальное / горизонтальное отражение); равенство фона-узора; двоичность; ритмичность; диффузность и элементы колористической специфики.

Таким образом, в данном исследовании поднимается проблема формирования у будущих бакалавров искусства алгоритмической культуры и ее важнейшего компонента — алгоритмических умений, в основу которых должно быть положены алгоритмы начертательной геометрии и инструменты компьютерной графики для создания цифровых моделей художественных образов.

Геометрические построения в орнаментах

На протяжении всей истории архитектура являлась центральным элементом любой культуры. Содержание архитектурных орнаментов меняется, но композиция и ритм остаются неизменными. Основой изучения геометрического орнамента является не только выявление композиционных особенностей, но и раскрытие семантического толкования, выявление стилистических компонентов и элементов, определение геометрических построений. Интерпретация семантической и стилистической структуры орнамента связана с эстетическими критериями формообразования, а также с технологическими конструктивными особенностями и особенностями художественной обработки материалов.

Например, геометрический орнамент готики называется масверк (*Masswerk*) и происходит от немецкого *Mass* — «мера, мерка» и *Werk* — «работа», т.е. работа по нанесенным размерам, разметке, чертежная работа. Масверк представляет собой декоративный каркасный орнамент, основанный на сложном переплетении прямых и дугообразных линий. В масверке используются различные контурные формы, например, симметричные ажурные узоры, виньетки, трилистник (треугольник из трёх дуг), квадрифолий (четырёхлепестковый узор), готическая роза (круг, в который вписан стилизованный цветок) [12].

В.А. Далингер отмечает, что решением задачи на построение является любая фигура, удовлетворяющая условиям задачи. Найти решение задачи на построение — значит свести её к конечному числу основных построений, т.е. указать конечную последовательность основных построений, после выполнения которых искомая фигура считается построенной [7].

На рис. 1 можно видеть технический рисунок орнамента в готическом стиле [32]. Для создания цифровой модели данного объекта необходимо решить геометрическую задачу на построение. Рассмотрим два подхода к решению подобных задач средствами компьютерной графики.

Первый способ — векторная трассировка растрового изображения, ручная или автоматическая с помощью программ векторной графики. Такой способ не является точным для последующего использования в различных техниках и материалах.

Второй способ — воссоздание построений с помощью алгоритмов начертательной геометрии. Наиболее важными действиями при конструировании орнамента будут следующие операции: сопряжения двух прямых линий, внешнее и внутреннее сопряжения двух окружностей, построение сопряжения двух дуг окружностей третьей дугой и использование наиболее распространенных лекальных кривых: эллипс, циклоида, эвольвента, синусоида, спирали. Второй способ дает точность и масштабируемость построенной цифровой модели.

Первичные элементы построения композиции и контур зачастую кажутся зрителю второстепенными, и на первый план восприятия выходят живописные формы, но для создания и воспроизведения орнаментов придется обратиться к более трудному процессу изучения геометрии формы.

Известный английский исследователь XIX в. Роберт Биллингс изучал архитектуру различных эпох в течение ряда лет, что привело его к глубокому геометрическому анализу архитектурных элементов, который, по его словам, приближает рисунок к совершенству настолько близко, насколько это возможно. В своем произведении *The infinity of geometric design*

exemplified («Примеры бесконечности геометрического дизайна») Роберт Биллингс советует читателю повторить все представленные орнаменты, убеждая, что «...механический опыт копирования обязательно преобразуется со временем в художественный».

На рис. 2 представлена иллюстрация орнамента с основными геометрическими линиями построения орнамента [36, с. 41].



Рис. 1. Изображение орнамента «Готический стиль». Автор: П.П. Чукомин. Период создания: 1899 г. Материал, техника: бумага, карандаш, акварель, тушь. Местонахождение: Тобольский историко-архитектурный музей-заповедник [32]

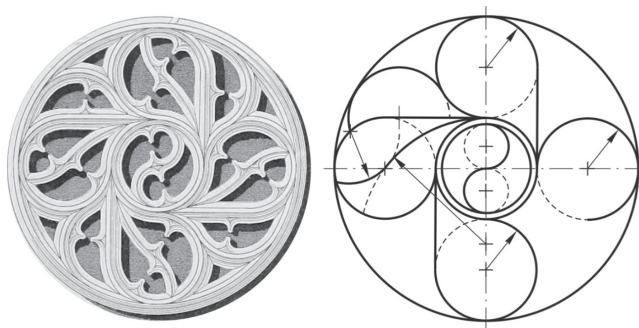


Рис. 2. Роберт Биллингс. Иллюстрации из произведения «Примеры бесконечности геометрического дизайна» [36]

В задачах на построение современные исследователи выделяют следующие методы геометрических преобразований: параллельного переноса, осевой симметрии, центральной симметрии, вращения (поворота), подобия, гомотетии, обратности, инверсии [7].

Задачи на построение орнаментов популярны в обучении художников и дизайнеров. Перед студентами ставится задача по выбору базового элемента мотива, на основе которого проектируются орнаментальные конструкции и циклические композиции. Обучаемый с помощью геометрических преобразований пробует составить бесшовную цепочку орнамента, помещенного в заданную форму. В искусстве разработки орнаментальной композиции необходи-

мо отметить важные особенности — объединение отдельных частей в целое, проработка соединительных узлов между элементами композиции и размещение в заданную форму.

Во многих педагогических работах используется орнаментальная композиция как дидактический материал.

Л.Н. Турлюн показывает, что при создании традиционного орнамента компьютерные технологии увеличивают скорость создания изображения, что соответственно снижает трудоемкость и увеличивает аккуратность и точность в исполнении. Создание традиционных орнаментов средствами компьютерной графики позволяет учитывать особенности технологии воспроизведения орнаментальной линии в разных видах материала [27].

М.С. Кухта делит методы формообразования на художественные и инженерно-технологические. Художественные методы связаны с поиском художественной, образной структуры. Инженерно-технологические методы связаны с функцией изделия, эргономикой, антропометрией и бионикой, материалами и технологией изготовления будущего изделия [14].

Нами часто рассматриваются орнаментальные композиции при изучении векторных графических редакторов. Рассмотрим одну из учебных задач. На рис. 3 представлено изображение геометрического орнамента, автор П.П. Чукомин, подобранное в Государственном каталоге музейного фонда Российской Федерации [31]. Студентам необходимо построить цифровую модель орнамента по готовому алгоритму для дальнейшего использования при ротационной печати на ткани.

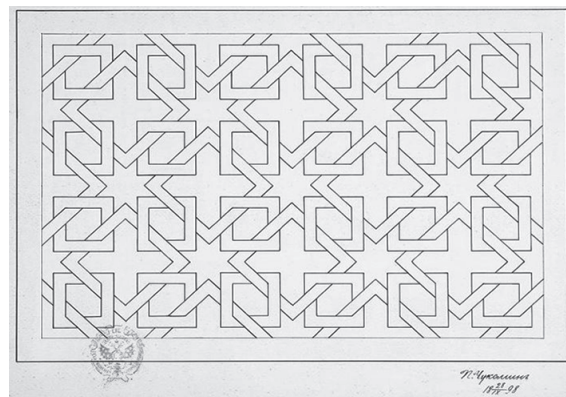


Рис. 3. Изображение геометрического орнамента. Автор: П.П. Чукомин. Период создания: 1898 г. Материал, техника: бумага, карандаш, акварель, тушь. Местонахождение: Тобольский историко-архитектурный музей-заповедник [31]

Данный орнамент при первом визуальном исследовании кажется несложным, так как состоит из простых линейных форм и является центрально-сим-

метричным, однако при построении требуется четкое выделение базовых конструкционных элементов и способность выстроить порядок действий последовательно, то есть разработать алгоритм. В табл. 1 представлен алгоритм построения орнаментальной композиции, в котором показаны поэтапные геометрические построения и преобразования. В рамках рассматриваемой учебной задачи студенты изучают готовый алгоритм построения, повторяют его, анализируют последовательность геометрических построений и учатся описывать свои действия. Кроме того, задача усилена техническими условиями подготовки орнамента для ротационной печати на ткани, для того чтобы студент мог сам додумать алгоритм построения. В дальнейшем студенты самостоятельно выбирают орнаменты и разрабатывают алгоритмы построений.

Таким образом, выявление и анализ основных закономерностей орнаментальных построений позволяют более профессионально читать архитектурные и художественные формы как конструктивные, так и декоративные, исследовать элементы орнамента с целью извлечения базовых форм для построения на их основе новой композиции.

Развитие алгоритмических умений на основе орнаментальных геометрических построений

Алгоритмическая культура стала находить широкое применение не только в математике, информа-






тике и компьютерных науках, но и в различных областях знаний как совокупность специфических понятий, умений и навыков. Алгоритмизация — это набор определенных практических приемов, основанных на специфических навыках рационального мышления в той или иной профессиональной области. М.П. Лапчик отмечает, что общезначимыми навыками алгоритмизации являются умение составлять, применять, изменять, комбинировать и проверять алгоритмы решений задач [26].

Сущность алгоритмических умений, как компонента алгоритмической культуры, заключается в умении синтезировать алгоритм действий на основе анализа проблемы, оценивать критически и трансформировать его. Бакалавр искусства, по нашему мнению, должен обладать высоким уровнем алгоритмической культуры, оптимально использовать алгоритмические умения в своей профессиональной деятельности.

В фундаментальных работах исследованиями понятий «алгоритм» занимались А.А. Марков, Н.М. Нагорный, А.А. Столяр и др. [16; 29], «алгоритмизация» — А.П. Ершов, А.Н. Колмогоров, Е.К. Хеннер и др. [8; 9; 13; 30], «алгоритмическая культура» — М.П. Лапчик, И.Г. Семакин, Е.К. Хеннер, М.И. Рагулина, Н.Г. Каратаева [11; 26; 30].

Изучением особенностей применения алгоритмического подхода в процессе обучения занимались В.А. Далингер, В.А. Байдак, С.И. Шапиро, Д.Б. Эльконин и др. В своих работах они рассматривают при-

Таблица 1

Алгоритм построения орнамента			
1		Выделить мотив орнаментальной композиции	6
2		Отразить по вертикали и горизонтали	
3		Выполнить сдвиг с привязкой, совмещая точки	7
4		Найти центр поворота с помощью вспомогательного построения	
5		Копировать с поворотом на угол 90	
			Подготовить для ротационной печати, по правилу: 1 слой — 1 цвет

менение алгоритмов при решении задач, отдельные аспекты составления алгоритмических предписаний в различных учебных ситуациях, общие подходы к решению проблемы формирования алгоритмической культуры обучающихся [1; 7; 33; 34]. В дальнейшем педагогической наукой были рассмотрены такие понятия как «алгоритмическое мышление» (А.И. Газейкина, Т.Н. Лебедева) [6, 15], «алгоритмические способности» (С.Д. Язвинская) [35], «алгоритмическая компетентность» (В.В. Калитина, В.В. Попова) [10; 20], «формированием алгоритмических умений» (Л.В. Воронина, Е.А. Утюмова, Т.П. Телепова, И.В. Гаврилова) [4; 5; 25; 28].

В отечественных и зарубежных педагогических исследованиях алгоритмические умения (*algorithmic skills*) рассматриваются в процессах формирования вычислительного мышления (Е.К. Хеннер, Ж. Винг) [30; 38].

А.П. Ершов на 3-й Всемирной конференции ИФИП (Международная федерация по обработке информации) и ЮНЕСКО по применению ЭВМ в обучении (1981 год, г. Лозанна, Швейцария) выступил с докладом «Программирование — вторая грамотность», который неоднократно издавался на разных языках. Один из тезисов доклада подчеркивает, что грамотность и программирование не только выстраиваются в параллель, соединяясь мостиками аналогий, но и дополняют друг друга, формируя новые представления о гармонии человеческого ума.

А.П. Ершов также сопоставляет формирование алгоритмической компетентности в соответствии с этапами обучения алгоритмизации: сообщение готовых алгоритмов (их применение), комбинирование готовых и создание новых алгоритмов; предполагающими в учебной деятельности обучающихся реализацию последовательности действий по применению алгоритмов от алгоритма в смысле предписания к алгоритму в смысле выполнения мыслительных действий [8].

Под *алгоритмическими умениями* мы будем понимать умения расчленять сложные действия на элементарные шаги и представлять их в виде организованной совокупности последних, умение планировать свои действия и строго придерживаться этого плана в своей деятельности, умение выражать свои действия понятными языковыми средствами [29].

Е.А. Утюмова раскрывает *алгоритмические умения* как умения осуществлять целеполагание, планировать свои действия, работать по правилу, образцу, исполнять, применять и составлять алгоритм, корректировать свою деятельность, направленную на получение результата, применять сформированные алгоритмы в новых условиях, видах деятельности, объяснять свои алгоритмические действия понятным для других исполнителей языком и средствами [4].

В современных исследованиях стоит отметить Ж. Винг (*J. Wing*), которая вводит понятие вычислительное мышление (*Computational Thinking*), подразумеваемая под этим мыслительные процессы, участвующие в постановке проблем и их решения таким образом, чтобы решения были представлены в форме, которая может быть эффективно реализована с помощью средств обработки информации» [38]. *J. Wing* отмечает, что вычислительное мышление — это фундаментальный навык для всех, а не только для специалистов по информатике и включает в себя ментальные инструменты фундаментальные для информатики. Исследователи вычислительного мышления разграничивают понятия «компьютерные инструменты» и «умственные инструменты», первые из которых представляют собой аппаратные / программные приложения, помогающие решать проблемы, а вторые — когнитивные и интеллектуальные навыки, которые люди могут использовать для более эффективного понимания и решения проблем [37].

Е.К. Хеннер поясняет, что вычислительное мышление пересекается с логическим мышлением и системным мышлением. Оно включает в себя алгоритмическое мышление и параллельное мышление, которые, в свою очередь, привлекают другие виды мыслительных процессов, таких как композиционные рассуждения, действия по шаблону, процедурное мышление и рекурсивное мышление [30].

Педагоги-исследователи вычислительного мышления связывают мыслительные процессы с особенностями технологических процессов, их возможностями и ограничениями тем самым связывая вычислительное мышление и инжиниринг. Работа над структурами, формами процессов, этапами динамических процессов, работа с конструктивным материалом в различных областях знаний на разных этапах обучения (от дошкольного до вузовского образования) дает возможность развить вычислительное мышление для подготовки и разработки технологических процессов производства.

Описания алгоритма всегда связано с профессиональной областью решения задачи и предполагает наличие языка, на котором должно быть выполнено описание, то есть понятие алгоритма неразрывно связано с языком представления алгоритма. Выбор языка зависит от свойств объектов в поле решения профессиональной задачи, от инструментария для выполнения задачи, а также от ограничений рассматриваемых технологий. В качестве языка описания алгоритма в решении орнаментальных композиций можно выбрать язык начертательной геометрии и цифровой инструментарий векторной компьютерной графики.

Разные профессиональные задачи бакалавра искусства будут являться основанием для создания различных алгоритмов — от простых, легко формализуемых, до сложных неформализованных действий. Обобщенный алгоритм решения задачи может быть частично формализованным, а при выборе соответствующей технологии и инструментария, алгоритм становится частным и четко формализованным.

Учебная деятельность в области компьютерной графики часто связана с решением учебно-профессиональных задач. Цель учебных задач заключается в организации определенных условий учебного процесса для решения профессиональных задач с использованием методик алгоритмов и технологий реального производства. В профессиональном образовании необходимо уделять большее внимание на формирование алгоритмических умений, с целью развития вычислительного мышления у будущих бакалавров искусства.

В данной статье мы хотим познакомить коллег с разработанным нами обобщенным алгоритмом построения орнаментальных композиций (табл. 2).

Таблица 2

Обобщенный алгоритм построения орнаментов

Этапы	Действия	Вспомогательные вопросы к алгоритму
Аналитический	Визуальный отбор орнаментальной композиции	Какой уровень сложности орнамента выбираете? Для кого делаем? Целевая аудитория Что мы делаем? Повторяем? Стилизуем? Выделяем общие компоненты
	Целеполагание	Для кого делаем? Целевая аудитория В каком материале выполняется? Дерево? Металл? Стекло? С помощью какого инструментария будет создана цифровая модель? Какой уровень детализации необходим?
	Геометрический анализ орнаментальной композиции (выделение базовых сущностей)	Какие осевые направляющие потребуются? К какой общей базовой форме близка композиция (круг, квадрат, треугольник)? Определите мотив и раппорт орнаментальной композиции?
Поисковый	Выбор оптимальных методов построения орнаментальной композиции	Какие базовые каркасные элементы можно выделить? Какие сопряжения присутствуют? Есть ли участки лекальных кривых? Какие вспомогательные художественные элементы можно отметить? Указать элементы, которые необходимы и достаточны для выделенного уровня детализации

Окончание табл. 2

Этапы	Действия	Вспомогательные вопросы к алгоритму
Конструктивный	Составление общего алгоритма построения орнаментальной композиции (выделение операционных действий)	Какие базовые операционные действия можно выделить (поворот, смещение, симметрия)? Какие дополнительные построения потребуются для сопряжений? Какие дополнительные построения потребуются для лекальных кривых Указать элементы, которые необходимы и достаточны для выделенного уровня детализации
	Частный алгоритм построения цифровой модели орнаментальной композиции	Какой цифровой инструмент вы выбираете для решения данной задачи? С помощью каких графических примитивов можно построить базовые сущности, каркасные элементы, лекальные кривые? Какие инструменты можно сопоставить с базовыми операционными действиями (поворот, смещение, симметрия)? Какие способы потребуются для построения сопряжений?
Репродуктивный	Практическое осуществление построения цифровой модели	Какие предварительные настройки необходимо выполнить для начала работы с цифровым инструментарием? Какие технические условия необходимо соблюсти во время работы? Действуйте по сформулированному частному алгоритму
Рефлексивный	Эмоциональная и технологическая рефлексия	Оцените оптимальность частного алгоритма построения орнаментальной композиции. Соотносите решение с конечными целями и целевой аудиторией. Определите как основной, так и дополнительный эффект реализации готовой цифровой модели в различных материалах. Четко сформулируйте выбранный вариант решения
Оценочный	Контроль и оценка цифровой модели	Оцените, есть ли технические противоречия в готовой цифровой модели? Всё должно остаться так, как было? Что должно исчезнуть: вредное, ненужное качество? Что должно появиться: новое, полезное качество?

Результатом прохождения этапов будет наличие цифровой художественной модели для исследования её возможного воплощения в различных техниках и материалах.

Необходимо отметить, что рефлексивный и оценочный этапы связаны с герменевтическим подходом, рассмотренным нами более подробно в статьях «Герменевтический алгоритм как педагогический инструмент формирования цифровой компетенции бакалавров искусств» [18] и «Возможности герменевтического алгоритма для формирования цифро-


вой компетенции бакалавров изобразительного и прикладных видов искусств» [17]. Герменевтический подход в разработке орнаментов рассматривает Ю.А. Симакова, указывая на то, что дизайнер получает теоретическое обоснование и методологические приемы проектирования орнаментированной вещи, оперируя герменевтическим пониманием вещи как конструкции, в которой соединяются в целое и актуализируют друг друга традиционные и современные смыслы, символы, образы, структуры [24].

В результате опытно-поисковой работы при подготовке бакалавров искусств в области цифрового моделирования, мы стали более тщательно подходить к содержанию учебно-профессиональных задач, а именно — применять алгоритмизацию решения орнаментальных задач с использованием методов начертательной геометрии и герменевтического подхода. Нами был разработан обобщенный алгоритм построения орнаментальных композиции, включающий в себя этапы: аналитический, поисковый, конструктивный, репродуктивный, рефлексивный, оценочный, который помогает студенту в форме ответов на вопросы пройти все этапы и разработать цифровую художественную модель, а также исследовать её для возможного воплощения в различных техниках и материалах.






В заключение в табл. 3 представим алгоритм построения розы Амьенского собора, который выполнила студентка 2-го курса УрГАХУ Д.А. Карташова, опираясь на обобщенный алгоритм построения орнаментов.

Таблица 3

Алгоритм построения розы Амьенского собора

Построение розы Амьенского собора	
	Выберем розу Амьенского собора как прототип для выполнения стилизованной броши диаметром 5 см для взрослой аудитории из медной проволоки 1,2 мм
	Орнамент розы вписан в базовую форму круга. Мотив орнамента вписывается в сектор круга, градусная мера дуги которого 30°. В раппорте используются два вида симметрии — зеркальная и радиальная. В построении используются сопряжения окружностей
	При построении цифровой модели используются: • толщина абриса 0,3 мм; • векторные инструменты — окружность и сплайн; • повтор мотива — инструмент вертикальное зеркало (вертикальная симметрия);

Окончание табл. 3

Построение розы Амьенского собора	
	<ul style="list-style-type: none"> • копирование с поворотом на угол 60° (радиальная симметрия) 5 раз; • сопряжение окружностей — объединение окружностей в сплайн в точке сопряжения
	В результате построения получается фигура роза, вписанная в окружность
Рефлексия и оценка	
	Толщина абриса 0,3 мм, размер 50 × 50 мм. Не соблюдены технические условия по толщине проволоки
	Толщина абриса 0,5 мм, размер 50 × 50 мм. Линии узора начинают сливаться. Не соблюдены технические условия по толщине проволоки
	Толщина абриса 1,2 мм. Размер модели 50 × 50 мм. Линии узора сливаются. Цифровая модель требует доработки. Рекомендуется убрать мелкие детали
	Толщина абриса 1,2 мм, размер 50 × 50 мм. Цифровая модель доработана. Художественные и технические условия соблюдены

Заключение

Эстетическая выразительность орнаментальных композиций формируется как результат последовательного осуществления конструкторского решения и художественного замысла. Орнамент можно рассматривать как визуальную алгоритмическую систему, которая позволяет более профессионально читать архитектурные и художественные формы как конструктивные, так и декоративные, исследовать элементы орнамента с целью извлечения базовых форм для построения на их основе новой композиции.

Таким образом, в своем исследовании мы поднимаем проблему формирования у будущих бакалавров искусства алгоритмической культуры и ее важней-

шего компонента — алгоритмических умений, в основу которых должно быть положены алгоритмы начертательной геометрии и инструменты компьютерной графики.

Проведённое исследование содержания учебно-профессиональных задач по построению орнаментальных композиций задач показало:

- 1) орнаменты обладают абстрактно-логической сущностью, которая позволяет осваивать способы разработки алгоритмов посредством визуальной логики и методов начертательной геометрии;
- 2) содержание дисциплин компьютерной графики можно перевести на качественно новый уровень с учетом развития профессиональных алгоритмических умений;
- 3) разработка цифровых моделей орнаментов должна основываться на межпредметном содержании

задач в области истории искусства, композиции, начертательной геометрии и компьютерной графики;

- 4) дидактический потенциал учебно-профессиональных задач на основе построения орнаментальных композиций обладает большими возможностями для качественной подготовки бакалавров искусств;
- 5) развитие алгоритмических умений невозможно без применения технологий проектирования и языка описания алгоритмов, в нашем случае начертательной геометрии и цифровых инструментов компьютерной графики. Использование бакалавром искусства рассмотренных инструментов существенно меняет характер профессиональной деятельности в художественном творчестве.

Литература

1. *Байдак В.А.* Теория и методика обучения математике: наука, учебная дисциплина: монография [Текст] / В.А. Байдак. — Омск: Изд-во ОмГПУ, 2008. — 263 с.
2. *Буткевич Л.М.* История орнамента: учеб, пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений, обучающихся по спец. «Изобразительное искусство» [Текст] / Л.М. Буткевич. — М.: ВЛАДОС, 2017. — 267 с.
3. *Верхотурова Е.В.* Причинно-следственный анализ проблем геометро-графической подготовки обучающихся технического вуза [Текст] / Е.В. Верхотурова, Г.А. Иващенко // Геометрия и графика. — 2022. — Т. 10. — № 2. — С. 60–69. — DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-2-60-69.
4. *Воронина Л.В.* Теория и технологии математического образования детей дошкольного возраста: учеб. пособие [Текст] / Л.В. Воронина, Е.А. Утюмова; под общ. ред. Л.В. Ворониной. — Екатеринбург: УрГПУ, 2017. — 289 с.
5. *Гаврилова И.В.* Трит-методика решения алгоритмических задач на уроках информатики в основной школе [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / И.В. Гаврилова. — Красноярск, 2019. — 163 с.
6. *Газейкина А.И.* Обучение школьников 5-7-х классов объектно-ориентированному подходу к созданию и использованию средств информационных технологий [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / А.И. Газейкина. — Екатеринбург, 2004. — 164 с.
7. *Далингер В.А.* Геометрия: планиметрические задачи на построение: учебное пособие для среднего профессионального образования [Текст] / В.А. Далингер. — 2-е изд., испр. — М.: Юрайт, 2023. — 155 с.
8. *Ершов А.П.* Программирование — вторая грамотность [Текст] / А.П. Ершов // Проблемы информатики. — 2015. — № 4. — С. 71–85.
9. *Ершов А.П.* Изучение основ информатики и вычислительной техники: Методическое пособие для учителей и преподавателей средних учебных заведений: в 2 частях [Текст] / А.П. Ершов, В.М. Монахов, М.В. Витиныш [и др.]. Т. 2. — М.: Просвещение, 1986. — 207 с.
10. *Калитина В.В.* Формирование программно-алгоритмической компетентности бакалавров информационных направлений при обучении программированию [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / В.В. Калитина — Красноярск, 2015. — 163 с.
11. *Каратаева Н.Г.* Дидактические особенности применения нестандартных учебных заданий для формирования основ алгоритмической культуры учащихся [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Н.Г. Каратаева. — Ростов н/Д, 2011. — 207 с.
12. *Кинева Л.А.* История и теория орнамента: [Текст] учеб. пособие / Л.А. Кинева. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2018. — 131 с.
13. *Колмогоров А.Н.* Математика наука и профессия [Текст] / А.Н. Колмогоров. — М.: Наука, 1988. — 288 с.
14. *Кухта М.С.* Уровни стилизации и их значение в формировании образов дизайна [Текст] / М.С. Кухта, К. Бушар // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2016. — № 4. — С. 91–95.
15. *Лебедева Т.Н.* Формирование алгоритмического мышления школьников в процессе обучения рекурсивным алгоритмам в профильных классах средней общеобразовательной школы [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. / Т.Н. Лебедева. — Екатеринбург, 2005. — 219 с.
16. *Марков А.А.* Теория алгорифмов [Текст] / А.А. Марков, Н.М. Нагорный — М.: Наука, 1984. — 432 с.
17. *Мухаркина А.А.* Возможности герменевтического алгоритма для формирования цифровой компетенции бакалавров изобразительного и прикладных видов искусств [Текст] / А.А. Мухаркина // Педагогика искусства. — 2022. — № 3. — С. 142–156.

18. Мухаркина А.А. Герменевтический алгоритм как педагогический инструмент формирования цифровой компетенции бакалавров искусств [Текст] / А.А. Мухаркина // Педагогика искусства. — 2022. — № 1. — С. 71–79.
19. Мухаркина А.А. Подготовка бакалавров изобразительного и прикладных видов искусств к цифровому моделированию художественных образов [Текст] / А.А. Мухаркина // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. — 2021. — № 10. — С. 101–111.
20. Попова В.В. Формирование алгоритмической компетентности студентов — будущих ИКТ-специалистов в системе среднего профессионального образования в процессе обучения математике [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. / В.В. Попова — Красноярск, 2019. — 233 с.
21. Бойков А.А. Проблемы геометро-графической подготовки студентов вузов [Текст] / А.А. Бойков, К.Т. Егизарян, А.В. Ефремов, Н.С. Кадыкова // Геометрия и графика. — 2023. — Т. 11. — № 1. — С. 4–22. — DOI: 10.12737/2308-4898-2023-11-1-4-22
22. Сальков Н.А. Начертательная геометрия — база для компьютерной графики [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. — 2016. — Т. 4. — № 2. — С. 37–47. — DOI: 10.12737/19832.
23. Сальков Н.А. Феномен присутствия начертательной геометрии в других учебных дисциплинах [Текст] / Н.А. Сальков, Н.С. Кадыкова // Геометрия и графика. — 2020. — Т. 8. — № 4. — С. 61–73. — DOI: 10.12737/2308-4898-2021-8-4-61-73.
24. Симакова Ю.А. Подходы к применению орнамента в дизайне [Текст] / Ю.А. Симакова // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2013. — № 4. — С. 96–100.
25. Телепова Т.П. Педагогический контроль как средство формирования алгоритмических умений самостоятельной работы будущих педагогов профессионального обучения [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Т.П. Телепова. — Екатеринбург, 2019. — 242 с.
26. Лапчик М.П. Теория и методика обучения информатике: учебник [Текст] / М.П. Лапчик, И.Г. Семакин, Е.К. Хеннер, М.И. Рагулина и др.; под ред. М.П. Лапчика. — М.: Академия, 2008. — 592 с.
27. Турлюн Л.Н. Компьютерные технологии в проектировании орнамента [Текст] / Л.Н. Турлюн, Н.В. Францева // Культурное наследие Сибири. — 2018. — № 1. — С. 108–114.
28. Утюмова Е.А. Формирование алгоритмических умений у детей дошкольного возраста в процессе обучения математике: [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Е.А. Утюмова. — Екатеринбург, 2018. — 192 с.
29. Столяр А.А. Формирование элементарных математических представлений у дошкольников: учеб. пособ. для студ. пед. ин-тов [Текст] / под ред. А.А. Столяр. — М.: Просвещение, 1988. — 303 с.
30. Хеннер Е.К. Вычислительное мышление [Текст] / Е.К. Хеннер // Образование и наука. — 2016. — № 2. — С. 18–33. — DOI: 10.17853/1994-5639-2016-2-18-33.
31. Чукомин П.П. Изображение геометрического орнамента. Рисунок // Госкаталог.РФ: сайт. — URL: <https://goskatalog.ru/portal/#/collections?id=37690826> (дата обращения: 11.03.2023)
32. Чукомин П.П. Изображение орнамента «Готический стиль». Рисунок // Госкаталог.РФ: сайт. — URL: <https://goskatalog.ru/portal/#/collections?id=31169142> (дата обращения: 11.03.2023).
33. Шапиро С.И. От алгоритмов — к суждениям [Текст] / С.И. Шапиро — М.: Сов. радио, 1973. — 288 с.
34. Эльконин Д.Б. Избранные психологические труды [Текст] / Д.Б. Эльконин. — М.: Педагогика, 1989. — 560 с.
35. Язвинская С.Д. Педагогические условия развития алгоритмических способностей детей старшего дошкольного возраста в процессе познания категории времени [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.07 / С.Д. Язвинская. — Ставрополь, 2009. — 202 с.
36. Billings R.W. The infinity of geometric design exemplified / R.W. Billings. — Edinburgh and London: William Blackwood & Sons, 1849. 112 p. URL: <https://archive.org/details/infinityofgeomet00bill/page/41/mode/1up> (дата обращения: 11.03.2023).
37. Computational thinking in contexts without programming a computer National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2010. Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking. Washington, DC: The National Academies Press. URL: <https://doi.org/10.17226/12840>
38. Wing J. Computational Thinking [Электронный ресурс] // Communications of the ACM. 2006, March. Vol. 49. № 3. Pp. 33–35. URL: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf> (дата обращения: 10.02.2023).

References

1. Baidak V.A. *Teoriya i metodika obucheniya matematike: nauka, uchebnaya distsiplina* [Theory and methodology of teaching mathematics: science, academic discipline]. Omsk, OMGPU Publ., 2008, 263 p. (in Russian)
2. Butkevich L.M. *Istoriya ornamenta* [Ornament history] Moscow, VLADOS Publ., 2017, 267 p. (in Russian)
3. Verhoturova E.V., Ivaschenko G.A. Prichinno-sledstvennyi analiz problem geometro-graficheskoi podgotovki obuchayushchikhsya tekhnicheskogo vuza [Cause and effect diagram of the problems of geometric and graphic training of students at a technical university]. *Geometriya i grafika* [Geometry and graphics]. 2022. V. 10. I. 2. Pp. 60–69. (in Russian)
4. Voronina L.V., Utyumova E.A. *Teoriya i tekhnologii matematicheskogo obrazovaniya detei doshkol'nogo vozrasta* [Theory and technologies of mathematical education of preschool children]. Ekaterinburg, URGPU Publ., 2017. 289 p. (in Russian)

5. Gavrilova I.V. *Trit-metodika resheniya algoritmicheskikh zadach na urokakh informatiki v osnovnoi shkole*. Kand. Diss. [Trit-method for solving algorithmic problems in informatics lessons in primary school. Cand. Diss.]. Krasnoyarsk, 2019. 163 p. (in Russian)
6. Gazeikina A.I. *Obuchenie shkol'nikov 5–7-kh klassov ob "ektno-orientirovannomu podkhodu k sozdaniyu i ispol'zovaniyu sredstv informatsionnykh tekhnologii*. Kand. Diss. [Teaching students of grades 5–7 an object-oriented approach to the creation and use of information technology tools. Cand. Diss.]. Ekaterinburg, 2004. 164 p. (in Russian)
7. Dalinger V.A. *Geometriya: planimetrichekie zadachi na postroyeniye: uchebnoye posobie dlya srednego professional'nogo obrazovaniya* [Geometry: planimetric tasks for construction: a textbook for secondary vocational education]. Moscow, Yurait Publ., 2023. 155 p. (in Russian)
8. Ershov A.P. Programmirovaniye — vtoraya gramotnost [Programming, the Second Literacy]. *Problemy informatiki* [Problems of Informatics]. 2015. V. 29. I. 4. Pp. 71–85. (in Russian)
9. Ershov A.P., Monakhov V.M., Vitin'sh M.V. *Izuchenie osnov informatiki i vychislitel'noi tekhniki* [Studying the basics of computer science and computer technology]. V. 2. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1986. 207 p. (in Russian)
10. Kalitina V.V. *Formirovaniye programmno-algoritmicheskoi kompetentnosti bakalavrov informatsionnykh napravlenii pri obuchenii programmirovaniyu*. Kand. Diss. [Formation of software and algorithmic competence of bachelors of information directions in teaching programming. Cand. Diss.]. Krasnoyarsk, 2015. 163 p. (in Russian)
11. Karataeva N.G. *Didakticheskie osobennosti primeneniya nestandardnykh uchebnykh zadaniy dlya formirovaniya osnov algoritmicheskoi kul'tury uchashchikhsya*. Kand. Diss. [Didactic features of the application of non-standard educational tasks for the formation of the foundations of algorithmic culture in students. Cand. Diss.]. Rostov-na-Donu, 2011. 207 p. (in Russian)
12. Kineva L.A. *Istoriya i teoriya ornamenta* [History and theory of ornament]. Ekaterinburg, URFU Publ., 2018. 131 p. (in Russian)
13. Kolmogorov A.N. *Matematika nauka i professiya* [Mathematics science and profession]. Moscow, Nauka Publ., 1988. 288 p. (in Russian)
14. Kukhta M.S., Bushar K. Urovni stilizatsii i ikh znachenie v formirovanii obrazov dizaina [Levels of stylization and their importance in the formation of the design images]. *Akademicheskii vestnik UralNIIproekt RAASN* [Academic Bulletin UralNIIproekt RAASN]. 2016. V. 31. I. 4. Pp. 91–95. (in Russian)
15. Lebedeva T.N. *Formirovaniye algoritmicheskogo myshleniya shkol'nikov v protsesse obucheniya rekursivnym algoritmom v profil'nykh klassakh srednei obshcheobrazovatel'noi shkoly*. Kand. Diss. [Formation of algorithmic thinking of schoolchildren in the process of learning recursive algorithms in specialized classes of secondary schools. Cand. Diss.]. Ekaterinburg, 2005. 219 p. (in Russian)
16. Markov A.A., Nagornyi N.M. *Teoriya algorifmov* [Theory of algorithms]. Moscow, Nauka Publ., 1984. 432 p. (in Russian)
17. Mukharkina A.A. *Vozmozhnosti germeneyticheskogo algoritma dlya formirovaniya tsifrovoy kompetentsii bakalavrov izobrazitel'nogo i prikladnykh vidov iskusstv* [The possibilities of the hermeneutical algorithm for the formation of digital competence of bachelors of fine and applied arts]. *Pedagogika iskusstva* [Pedagogy of Art]. 2022. I. 3. Pp. 142–156. (in Russian)
18. Mukharkina A.A. *Germeneyticheskii algoritm kak pedagogicheskii instrument formirovaniya tsifrovoy kompetentsii bakalavrov iskusstv* [Hermeneutical algorithm as a pedagogical tool for the formation of digital competence of bachelor of arts]. *Pedagogika iskusstva* [Pedagogy of Art]. 2022. I. 1. Pp. 71–79. (in Russian)
19. Mukharkina A.A. *Podgotovka bakalavrov izobrazitel'nogo i prikladnykh vidov iskusstv k tsifrovomu modelirovaniyu khudozhestvennykh obrazov* [Training bachelors of graphic and applied kinds of art to digital modelling of artistic images]. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 2021. V. 163. I. 10. Pp. 101–111. (in Russian)
20. Popova V.V. *Formirovaniye algoritmicheskoi kompetentnosti studentov — budushchikh IKT-spetsialistov v sisteme srednego professional'nogo obrazovaniya v protsesse obucheniya matematike*. Kand. Diss. [Formation of algorithmic competence in students — future IT-specialists in the system of secondary vocational education in the process of learning mathematics. Cand. Diss.]. Krasnoyarsk, 2019. 233 p. (in Russian)
21. Boykov A.A., Egiazaryan K.T., Efremov A.V., Kadykova N.S. *Problemy geometro-graficheskoi podgotovki studentov vuzov* [Problems of geometric-graphic training of university students]. *Geometriya i grafika* [Geometry and graphics]. 2023. V. 11. I. 1. Pp. 4–22. DOI: 10.12737/2308-4898-2023-11-1-4-22 (in Russian)
22. Sal'kov N.A., Kadykova N.S. *Fenomen prisutstviya nacheratel'noi geometrii v drugih uchebnykh distsiplinakh* [The phenomenon of descriptive geometry existence in other student courses]. *Geometriya i grafika* [Geometry and graphics]. 2020. V. 8. I. 4. Pp. 61–73. DOI: 10.12737/2308-4898-2021-8-4-61-73. (in Russian)
23. Sal'kov N.A. *Nacheratel'naya geometriya — baza dlya komp'yuternoy grafiki* [Descriptive geometry — the basis for computer graphics]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2016. V. 4. I. 2. Pp. 37–47. DOI: 10.12737/19832. (in Russian)
24. Simakova YU.A. *Podkhody k primeneniyu ornamenta v dizaine* [Approaches to ornament application in design]. *Akademicheskii vestnik UralNIIproekt RAASN* [Academic Bulletin UralNIIproekt RAASN]. 2013. I. 4. Pp. 96–100. (in Russian)
25. Telepova T.P. *Pedagogicheskii kontrol' kak sredstvo formirovaniya algoritmicheskikh umenii samostoyatel'noi raboty budushchikh pedagogov professional'nogo obucheniya*. Kand. Diss. [Pedagogical control as a means of forming algorithmic skills of independent work of future teachers of

- vocational training. Cand. Diss.]. Ekaterinburg, 2019. 242 p. (in Russian)
26. Lapchik M.P., Semakin I.G., Khenner E.K., Ragulina M.I. *Teoriya i metodika obucheniya informatike* [Theory and methodology of learning informatics]. Moscow, Akademiya Publ., 2008. 592 p. (in Russian)
 27. Turlyun L.N., Frantseva N.V. Komp'yuternye tekhnologii v proektirovanii ornamenta [Computer technologies in designing the ornament]. *Kul'turnoe nasledie Sibiri* [Cultural heritage of Siberia]. 2018. V. 25. I. 1. Pp. 108–114. (in Russian)
 28. Utyumova E.A. *Formirovanie algoritmicheskikh umenii u deti doshkol'nogo vozrasta v protsesse obucheniya matematike. Kand. Diss.* [Algorithmic skills formation of preschool children when teaching mathematics. Cand. Diss.]. Ekaterinburg, 2018. 192 p. (in Russian)
 29. Stolyar A.A. *Formirovanie ehlementarnykh matematicheskikh predstavlenii u doshkol'nikov* [Formation of elementary mathematical concepts in preschoolers.]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1988. 303 p. (in Russian)
 30. Khenner E. K. Vychislitel'noe myshlenie [Computational thinking]. *Obrazovanie i nauka* [The Education and science journal]. 2016. V. 131. I. 2. Pp. 18–33. DOI: 10.17853/1994-5639-2016-2-18-33. (in Russian)
 31. Chukomin P.P. *Izobrazhenie geometricheskogo ornamenta*. URL: <https://goskatalog.ru/portal/#/collections?id=37690826> (accessed 11.03.2023).
 32. Chukomin P.P. *Izobrazhenie ornamenta "Goticheskii stil"*. URL: <https://goskatalog.ru/portal/#/collections?id=31169142> (accessed 11.03.2023).
 33. Shapiro S.I. *Ot algoritmov — k suzhdeniyam* [From algorithms to judgments]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 1973. 288 p. (in Russian)
 34. Ehl'konin D.B. *Izbrannye psikhologicheskie trudy* [Selected psychological works]. Moscow, Pedagogika Publ., 1989. 560 p. (in Russian)
 35. Yazvinskaya S.D. *Pedagogicheskie usloviya razvitiya algoritmicheskikh sposobnostei detei starshego doshkol'nogo vozrasta v protsesse poznaniya kategorii vremeni. Kand. Diss.* [Pedagogical conditions for the development of algorithmic abilities of older preschool children in the process of cognition of the category of time. Cand. Diss.]. Stavropol', 2009. 202 p. (in Russian)
 36. Billings R.W. *The infinity of geometric design exemplified* Edinburgh and London, William Blackwood & Sons Publ., 1849. 112 p. URL: <https://archive.org/details/infinityofgeomet00bill/page/41/mode/1up> (accessed 11.03.2023).
 37. Computational thinking in contexts without programming a computer National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2010. Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking. Washington, DC: The National Academies Press. URL: <https://doi.org/10.17226/12840>
 38. Wing J. Computational Thinking. *Communications of the ACM*. 2006, March. V. 49. I. 3. Pp. 33–35. URL: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf> (accessed 11.03.2023).