

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОЦЕНКА АРХИТЕКТУРНОЙ ПОЛИХРОМИИ

## Дубов Игорь Александрович

студент

Научный руководитель: кандидат технических наук, ст. преп. Н.М. Рашевский.  
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет».  
Россия, Волгоград, e-mail: [Dubov-architect@ro.ru](mailto:Dubov-architect@ro.ru)

## Караулова Полина Андреевна

студент.

Научные руководители:  
кандидат технических наук, ст. преп. Н.М. Рашевский, ст. преп. Е.С. Белова.  
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет».  
Россия, Волгоград, e-mail: [polina.karaulova1@gmail.com](mailto:polina.karaulova1@gmail.com)

## Рашевский Николай Михайлович

кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Цифровая экономика и технологии управления в городском хозяйстве и строительстве»,  
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»  
Россия, Волгоград, e-mail: [rashevsky.n@gmail.com](mailto:rashevsky.n@gmail.com)

## Белова Екатерина Сергеевна

старший преподаватель кафедры дизайна и монументально-декоративного искусства,  
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет».  
Россия, Волгоград, e-mail: [k-a09@mail.ru](mailto:k-a09@mail.ru)

УДК: 72.01:004.021

DOI: 10.47055/1990-4126-2021-1(73)-21

## Аннотация

*Рост масштабов строительства, работ по реконструкции и капитальному ремонту позволяет создавать цветовой образ городской среды, применять комплексный подход к формированию цветовой среды города, гармонично решать уже существующее окружение. Во всех перечисленных аспектах особую роль играет полихромия.*

*В статье рассмотрен один из вариантов решения проблемы автоматизированной оценки архитектурной полихромии посредством разработки информационной системы. Существует большой выбор программ, приложений и сервисов для определения основной цветовой гаммы. Мы проанализировали ряд таких сервисов для выявления в них как недостатков, так и преимуществ, чтобы создать приложение, которое поможет специалистам быстро и без ограничений работать над проектной документацией.*

## Ключевые слова:

*цветовая среда города, полихромия, автоматизированная оценка архитектурной полихромии, информационные системы*

# AUTOMATED ASSESSMENT OF ARCHITECTURAL POLYCHROMY

## Dubov Igor A.

student.

Research supervisor: PhD. (Engineering), Senior instructor N.M. Rashevsky,  
Volgograd State Technical University,  
Russia, Volgograd, e-mail: [Dubov-architect@ro.ru](mailto:Dubov-architect@ro.ru)

## Karaulova Polina A.

student.

Research supervisor:  
PhD. (Engineering), Senior instructor N.M. Rashevsky, Senior instructor E.S. Belova  
Volgograd State Technical University  
Russia, Volgograd, e-mail: [polina.karaulova1@gmail.com](mailto:polina.karaulova1@gmail.com)

## Rashevsky Nikolay M.

Ph.D (Engineering), Senior lecturer of department of Digital Economy  
and Management Technologies in Urban Economy and Construction,  
Volgograd State Technical University  
Russia, Volgograd, e-mail: [rashevsky.n@gmail.com](mailto:rashevsky.n@gmail.com)

## Belova Ekaterina S.

Senior Lecturer

Department Design and Monumental and Decorative Art,  
Volgograd State Technical University  
Russia, Volgograd, e-mail: [k-a09@mail.ru](mailto:k-a09@mail.ru)

УДК: 72.01:004.021

DOI: 10.47055/1990-4126-2021-1(73)-21

## Abstract

*Increasing scales of construction, reconstruction and major renovation work make it possible to develop a color image for the urban environment, apply an integrated approach to city colorscape treatment and harmonize the existing environment. In all of the above aspects, polychromy plays an important role. The article discusses a solution to the problem of automated assessment of architectural polychromy through the development of an information system. Currently, a large variety of programs, applications and services are available for determining the basic color scheme. We have reviewed a number of such services in order to identify both the disadvantages and advantages of each of them and develop an application that would help professionals do their work on project documentation quickly and unrestrictedly.*

## Keywords:

*city colorscape, polychromy, automated assessment of architectural polychromy, information systems*

## Введение

Архитектурный объект может восприниматься как неотъемлемая часть пейзажа, являться продолжением природных форм. Благотворное воздействие цвета в архитектуре было многократно подтверждено такими выдающимися деятелями данной области, как Жак Филласье и Бернар Лассюс, Виктор Вазарелли [1]. Необходимость удовлетворения психофизиологических потребностей человека в цвете имеет такое же значение, как пища и другие источники энергии. Для эмоционального и эстетического комфорта важно исключать монотонные или избыточно пестрые решения. Помимо прямого воздействия на психоэмоциональное состояние, полихромия оказывает влияние на формирование и развитие человека в физиологическом отношении: за счет воздействия на периферическую нервную систему изменяется тонус мышечных сокращений, частота пульса, особенности работы внутренних органов.

Функции пластики цвета в сочетании с современными технологическими возможностями позволяют создавать архитектурные формы, гармонично ощущаемые в основных зонах визуального восприятия.

В наши дни возможности архитектурной полихромии приобрели небывалые масштабы. Это связано с появлением широкого ассортимента искусственных материалов, подбором и реализацией широкой палитры разнообразных оттенков. Поэтому актуальна разработка метода по автоматизированной обработке данных при анализе архитектурной полихромии за счет автоматизации бизнес-процессов.

## Анализ существующих подходов к оценке архитектурной полихромии

В конце прошлого столетия из-за спонтанных и несогласованных действий архитекторов колористика городов зачастую формировалась стихийно и бессистемно. В настоящее время с увеличением масштабов строительства и работ по реконструкции и капитальному ремонту появляется возможность применения комплексного подхода при формировании цветовой среды урбанизированных территорий, гармонично взаимодействующей с существующим ландшафтом. Формируется цветовая идентичность среды отдельных регионов и их центров.

**Цель исследования** – сравнение различных методов определения палитры городской среды с применением цифровых технологий для выработки оптимальных решений при разработке программы по анализу архитектурной полихромии.

К недостаткам определения цветового решения архитектурной среды с помощью цифровых технологий можно отнести различное качество фотоматериала, используемого для подобной оценки. Так, изображение может иметь различные режимы и цветовое квантование, различную глубину цвета. Оцифровка цвета ограничивает доступное цветовое пространство как на этапе фотографирования цифровой камерой, так и при отображении на экране монитора компьютера. [2]

Традиционно для определения цветов на изображении используются популярные графические редакторы, такие как: Adobe Photoshop, Adobe Illustrator [3], Corel Draw [4]. Для определения преобладающих цветов на изображении подходят и некоторые онлайн сервисы:

– IMGonline.com.ua [5]. Данный сервис позволяет получить цветовую палитру любого изображения в форматах BMP, GIF, JPEG, PNG, TIFF. Есть возможность выбрать качество и формат результирующего изображения. Сервис работает только при непосредственной загрузке изображения на сайт и имеет максимальное количество выходных цветов от 1 до 10.

– Color Palette Generator [6]. Сервис предоставляется порталом DeGraeve.com и позволяет получить цветовую гамму изображения без его загрузки, т. е. только по ссылке. Максимальный объем цветовой палитры – 10 цветов.

– Color Hunter [7]. Сервис имеет возможность работать не только с изображениями, загруженными с компьютера, но и с изображениями, переданными по ссылке (при условии, что они уже были загружены на сайт). Объем результирующей палитры – 5 цветов.

– Color extraction by TinEye Lab [8]. Один из продуктов TinEye Lab, который имеет возможность работать с изображениями как по ссылке, так и после загрузки с компьютера (есть функция «Drag and Drop»). Кроме того, сервис выдает цветовую палитру с определением доли каждого цвета в данном изображении, но объем палитры составляет 6 цветов. В отличие от остальных сервисов, Color extraction позволяет видеть промежуточный результат, т. е. с помощью каких методов и как производилось выявление доминирующих цветов.

– Color Explorer [9]. Сервис работает только с загруженными с компьютера изображениями размером до 250 Кб. При этом есть возможность выводить палитру размером до 50 цветов, диапазон палитры также можно настроить, т. е. данный сервис предоставляет возможность регулировать точность цветового анализа в промежутке от грубого до очень точных значений. Кроме того, имеется возможность вывести все полутона в результирующей палитре.

| Онлайн сервис           | Загрузка изображения | Передача изображения по ссылке | Ограничение по размеру | Произвольное количество цветов в палитре | Максимальное количество цветов в палитре |
|-------------------------|----------------------|--------------------------------|------------------------|--|--|
| IMGonline.com.ua        | Да                   | Нет                            | Нет                    | Нет                                      | 10                                       |
| Color Palette Generator | Нет                  | Да                             | Нет                    | Нет                                      | 10                                       |
| Color Hunter            | Да                   | Нет                            | Нет                    | Нет                                      | 5  |
| Color extraction        | Да                   | Да                             | Нет                    | Нет                                      | 6  |
| Color explorer          | Да                   | Нет                            | Да                     | Нет                                      | 50                                       |

У этих сервисов есть один серьезный недостаток, ни один из них не дает возможность задать произвольное количество цветов результирующей палитры.

Чтобы профессионально выделить в изображении доминирующие цвета, необходимо многократно производить большой набор однотипных действий (диаграмма существующего процесса приведена на рис. 1). На первом этапе выбирается изображение для анализа. Затем изображение делится на области (вода, почва, растительность и т.д.). На третьем этапе для каждой зоны определяется визуально доминирующий цвет и выносится в соответствующую ячейку в документе. Эти шаги выполняются, пока не найдется нужное количество цветов. Как только все цвета определены, выбирается новое изображение для анализа и все шаги повторяются до тех пор, пока специалист не проанализирует достаточное количество изображений. После анализа всех изображений определяются преобладающие цвета и близкие им по оттенку, а также приблизительные площади областей изображения заполненные данным цветом. На основе полученных образцов и их количестве составляется цветовая шкала.

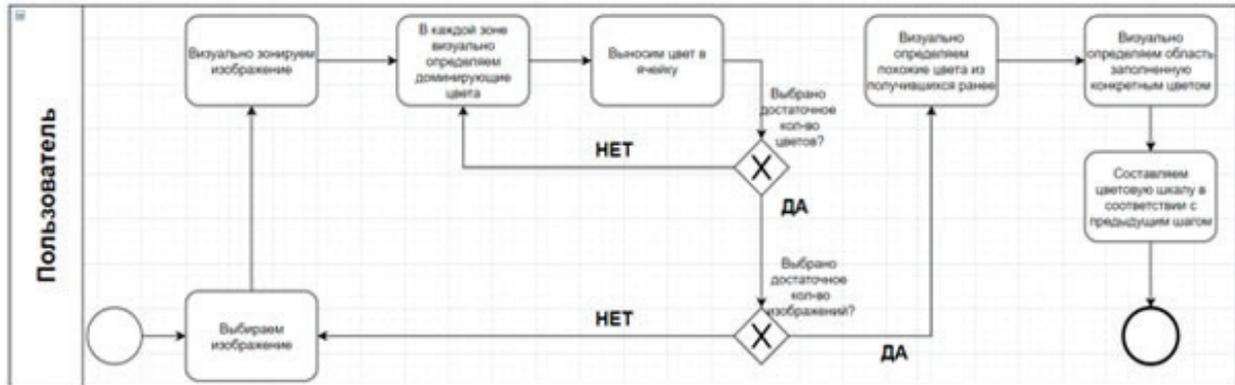


Рис. 1. Процесс анализа архитектурной колористики в нотации BPMN. Сост. П.А. Караулова

К недостаткам существующего процесса можно отнести:

- Неточность результатов, так как все действия по определению преобладающего цвета выполняются визуально и зависят от индивидуальных профессиональных навыков и квалификации, особенностей здоровья, а также от психоэмоционального состояния лица, проводящего действия.
- Затрачиваются значительные временные ресурсы.
- При необходимости повторных действий по выбору цвета результаты могут отличаться.
- Субъективность выбора и результатов.

### Анализ архитектурной полихромии существующим методом на примере Волгограда

Рассмотрим использование процесса анализа архитектурной композиции на примере Волгограда. При определении цветовой среды района проектирования учитываются природно-климатические факторы, а также цветовая среда сложившейся застройки. Определяется схема цветового решения городского пространства, рекомендуемая для использования в проектировании и дальнейшего развития колористики архитектурной среды города.

К природно-климатическим особенностям региона, влияющим на формирование цветовой среды относятся: продолжительность светового дня, интенсивность освещения в разное время года, температурно-влажностный режим, количество и характер осадков, состояние атмосферы, разнообразие ландшафта, флоры и фауны, активность рельефа местности.

Шаг 1. На рис. 2 виден фрагмент исследования по времени года (четыре сезона, по три изображения), по времени суток (утро, день, вечер). Под каждым фото четыре блока по шесть ячеек: небо, горизонтальные поверхности, вертикальные поверхности, малые архитектурные формы и растительность. Далее на основании полученных концентрированных оттенков делается обобщение по времени суток и выявляется количественное преобладание тех или иных оттенков.

Анализ производится по наиболее характерным точкам изменения цветового бассейна территории – ярко выраженные периоды каждого сезона с учетом освещения (утреннего, дневного, вечернего). Для систематизации цветовых характеристик ландшафта выбрана четырехчастная модель шкалы, основными носителями цвета в которой являются атмосфера (с учетом воздушной перспективы), почва, растительность, акватория, поверхности. Цвет заносится в палитру субъективно оператором, работающим с данным изображением, и зависит от его профессиональных навыков, опыта, особенностей личного восприятия.

Из полученных цветовых шкал составляется общее цветовое поле в зависимости от поставленной задачи – по сезонам, по освещению. Каждое цветовое поле анализируется и обобщается в меньшую, по количеству оттенков, результирующую палитру, с учетом массы цвета.

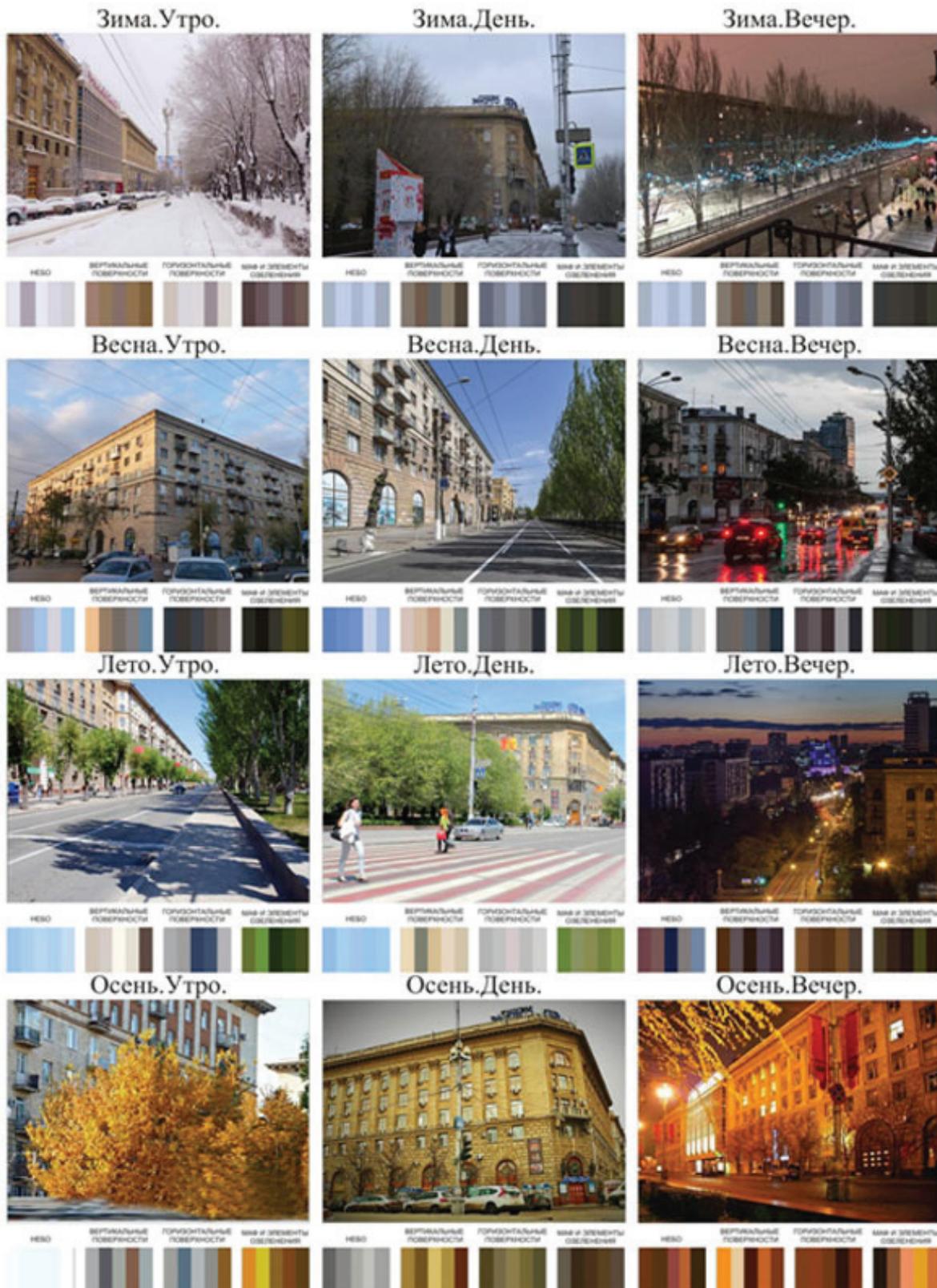


Рис. 2. Улица Волгограда: динамика цвета по сезонам и времени суток

Результирующая палитра является концентрацией и отражением колорита, характера, динамики, как цветового поля, так и самого исследуемого объекта. Тем самым определяются опорные цвета региональной палитры территории на стадии «улица города» (рис. 3).

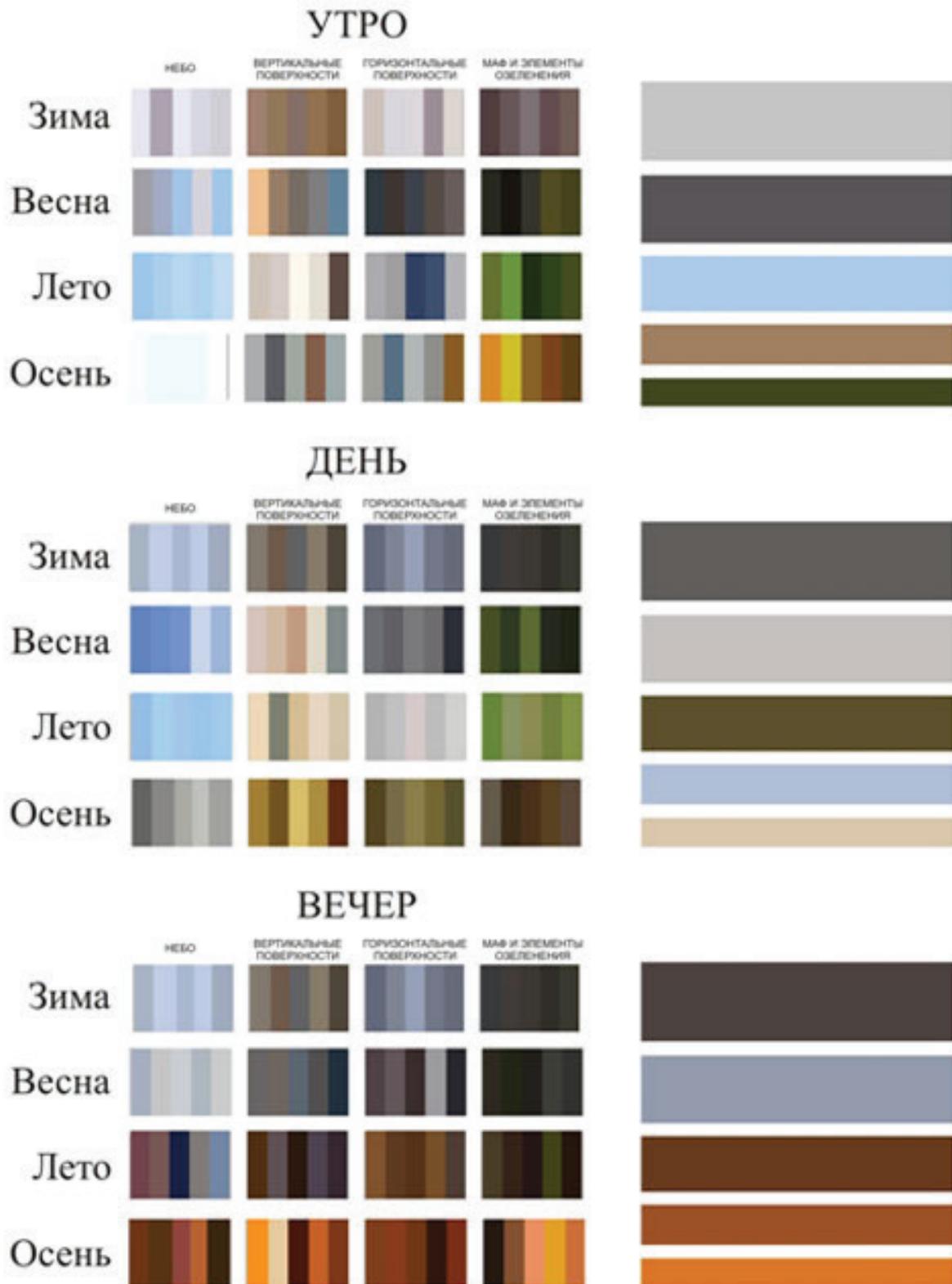


Рис. 3. Цветовое поле улиц Волгограда с учетом сезонной цветовой динамики. Количественное соотношение

На втором шаге анализируется непосредственно городская среда в разных режимах восприятия: динамичное (в движении) – городская улица и статичное (с определенной видовой точки, когда возможно зрительно зафиксировать весь объект) – городская площадь. Источником информации могут служить цветные снимки из различных источников с объективной цветопередачей. Для анализа применяется также четырехчастная шкала, но с иной структурой – атмосфера как фон с учетом воздушной перспективы, цветоорганизация горизонтальных поверхностей (покрытия, почвы, акватории), цветоорганизация крупных вертикальных поверхностей (фасады зданий, элементы рельефа) и элементы ландшафтного дизайна и благоустройства (включая малые архитектурные формы). Систематизация и обобщение выполняются по ранее предложенной схеме.

На третьем шаге исследуется непосредственное взаимодействие локального архитектурного объекта с окружающей средой. Четырехчастная шкала – фон (атмосфера, элементы природного и урбанизированного ландшафтов), фланкирующие объекты (вертикальные поверхности), первый план (горизонтальные поверхности) и непосредственно цветоорганизация самого объекта.

В результате получается обобщенная региональная палитра, выделяются опорные цвета и характер их взаимодействия. На основе полученных закономерностей производится прогнозирование цветового развития территории.

Результаты хотя и носят субъективный характер, но могут быть достаточными. Поскольку действия по определению преобладающих цветов производятся визуально и вручную, они требуют значительных временных затрат, необходима оптимизация.

### Предложение по анализу архитектурной колористики

Произведен реинжиниринг процесса, устраняющий выявленные недостатки. На рис. 4 показана предлагаемая схема.

Предлагается автоматизировать процесс. Чтобы определить доминантные цвета с помощью программы, специалист должен только подобрать необходимые изображения, которые передаются в программу. Затем требуется указать количество необходимых цветов в результате анализа. Процесс обработки происходит следующим образом: каждое изображение разбивается на отдельные элементы (пиксели) и с помощью алгоритма k-means [10, 11, 12] распределяются на определенные классы (кластеры). Далее количество цветов в каждом кластере подсчитывается и выводится цветовая шкала с количественным распределением.

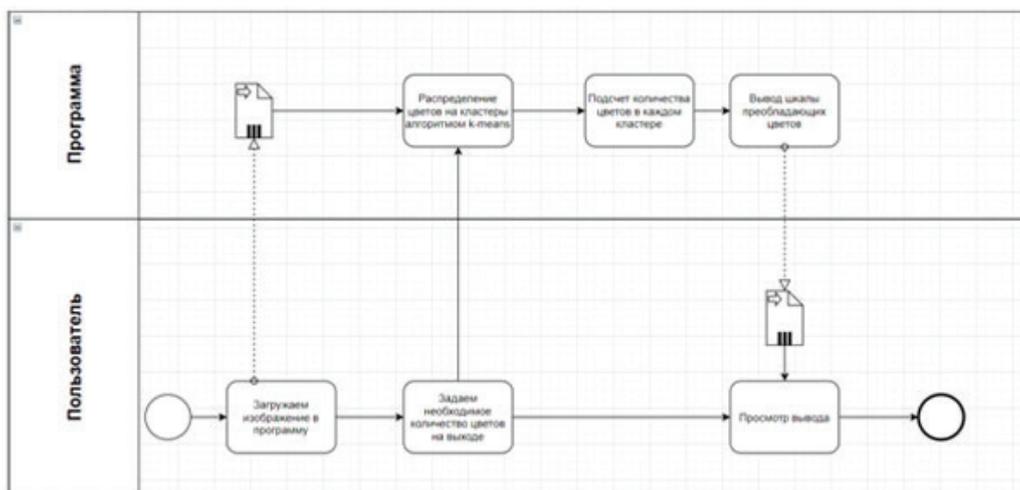


Рис. 4. Предлагаемый процесс анализа архитектурной колористики в нотации BPMN. Сост. П.А. Караулова

## Анализ архитектурной полихромии предложенным методом

Рассмотрим пример использования программы на тех же изображениях. Результат получился похожим, но времени затрачено существенно меньше. Визуально и вручную действия по определению преобладающих цветов на двенадцати изображениях были произведены за 30 минут. На определение доминирующих цветов при помощи программы было затрачено менее двух минут. Результаты представлены на рис. 5.



Рис. 5. Цветовое поле улиц Волгограда с учетом сезонной цветовой динамики. Определение при помощи программы

## Выводы

В работе исследованы существующие подходы к анализу архитектурной колористики, рассмотрен процесс формирования цветowych шкал. Выявлены достоинства и недостатки существующего метода. Произведен реинжиниринг процесса анализа архитектурной колористики. Приведены примеры получения цветowych шкал с помощью существующего метода и с помощью предложенного. Использование разработанного программного продукта позволило существенно уменьшить время на оценку колористики заданной местности. Предложенные решения позволяют объективизировать результаты определения преобладающей палитры, сократить временные затраты для подобных колористических исследований.

Дальнейшие исследования в данной области могут заключаться в рассмотрении более широких подходов, разработке систем поддержки принятия решения применительно к визуальной среде города.

## Библиография

1. Ефимов, А.В. Формообразующее действие полихромии в архитектуре / А.В. Ефимов. – М.: Стройиздат, 1984. – 168 с.

2. Özer Ciftcioglu, Michael S. Bittermann: Computational Cognitive Color Perception, IEEE Congress on Evolutionary Computation, 2016. – P. 2262–2271.
3. Adobe Photoshop, Adobe Illustrator [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.adobe.com/ru/>
4. CorelDRAW [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.coreldraw.com/ru/>
5. IMGonline.com.ua. Обработка JPEG фотографий онлайн [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.imgonline.com.ua/>
6. Color Palette Generator [Электронный ресурс] – URL: <https://www.degraeve.com/color-palette/>
7. Color Hunter [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.colorhunter.com/>
8. Color extraction by TinEye Lab [Электронный ресурс]. – URL: <https://labs.tineye.com/color/>
9. Import colors from image. Color Explorer [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.colorexplorer.com/imageimport.aspx>
10. Celebi, M. E. Improving the performance of k-means for color quantization, Image and Vision Computing 29, 2011. – 26 p.
11. Zhang, T., Ramakrishnan, R., Livny, M. BIRCH: An Efficient Data Clustering Method for Very Large Databases., SIGMOD '96: Proceedings of the 1996 ACM SIGMOD international conference on Management of data, 1996. – P. 103–114.
12. Brun, L., A. Trémeau, A. Digital color imaging handbook, CRC press, 2002. – P. 589–638.

## References

1. Efimov, A.V. (1984) Form-building effect of polychromy in architecture. Moscow: Stroyizdat
2. Ciftcioglu, Ö., Bittermann, M.S. (2016) Computational Cognitive Color Perception. IEEE Congress on Evolutionary Computation, pp. 2262–2271.
3. Adobe Photoshop, Adobe Illustrator [Online]. Available at: <https://www.adobe.com/ru/>
4. CorelDRAW [Online]. Available at: <https://www.coreldraw.com/ru/>
5. Online processing of JPEG photographs [Online]. IMGonline.com.ua. Available at: <https://www.imgonline.com.ua/>
6. Color Palette Generator [Online] Available at: <https://www.degraeve.com/color-palette/>
7. Color Hunter [Online]. Available at: <http://www.colorhunter.com/>
8. Color extraction by TinEye Lab [Online]. Available at: <https://labs.tineye.com/color/>
9. Import colors from image. [Online]. Color Explorer. Available at: <http://www.colorexplorer.com/imageimport.aspx>
10. Celebi, M.E. (2011) Improving the performance of k-means for color quantization. Image and Vision Computing, 29.
11. Zhang, T., Ramakrishnan, R., Livny, M. (1996) BIRCH: An Efficient Data Clustering Method for Very Large Databases. SIGMOD '96: Proceedings of the 1996 ACM SIGMOD international conference on management of data, pp. 103–114.
12. Brun, L., Trémeau, A. (2002) Digital color imaging handbook. Florida: CRC press, pp. 589–638.



Лицензия Creative Commons

Это произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attribution-ShareAlike» («Атрибуция - на тех же условиях»).

Дата поступления: 08.12.2020