АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ И РЕСТАВРАЦИЯ

УДК 711.4(479.25-25)

А.Г. Аветисян

НУАСА

СТРУКТУРНАЯ ЦЕННОСТЬ УЛИЦ ГОРОДА ЕРЕВАНА

Представлены структурные особенности улиц города Еревана. Улицы города были классифицированы по уровню связанности, интеграции и по расстояниям от центра города с применением методов территориального синтаксиса. На основе результатов анализа были сформированы планы, отражающие структурную ценность улиц и расстояний от центра города.

Ключевые слова: территориальный синтаксис, граф-анализ, градостроительная ценность, Ереван, уличная сеть, метрические расстояния, угловые расстояния.

На сегодняшний день нет точных методов анализа в сфере градостроительной планировки г. Еревана. Это ведет к необоснованным решениям как в процессе разработки градостроительных программных документов, так и проектов отдельных сооружений. Решения часто принимаются, основываясь на субъективном мнении, и не базируются на точных расчетах. Все это ведет к осуществлению необоснованных градостроительных мероприятий, в результате которых снижается градостроительная ценность территории города.

Для предвидения всевозможных последствий намечающиеся градостроительные мероприятия нужно подвергать разносторонним анализам. Нынешнее развитие методов компьютерного проектирования и анализа позволяет совершать многопрофильную оценку территории и рассчитать всевозможные последствия изменений городской среды.

В течение XX в. исследователи связывали функционирование города с его структурой и размещением функций разного вида [1—3]. Одним из методов изучения структуры города является территориальный синтаксис, который применяется при изучении как интерьера помещения, так и городских территорий любого масштаба [4, 5]. Основной принцип территориального синтаксиса заключается в том, что уличная сеть может быть изучена для выявления уровня центральности его отдельных узлов методом граф-анализа [6, 7]. Рассматриваемый метод позволяет выявить связь между структурой города и разными социально-экономическими и средовыми явлениями. На основе результатов можно оценить движение транспорта и пешеходов, продуктивность использования земли, безопасность территории, цену земельного фонда и мн. др. [8].

С применением методов территориального синтаксиса была изучена и оценена уличная сеть г. Еревана, проведена оценка улиц по уровням общей и местной интеграции, связности, промежуточности и отдаленности от центра города [9]. Выбор данного метода был продиктован его широким применением за рубежом для оценки градостроительной ценности территорий [10].

В рамках анализа векторный план осей уличной сети Еревана был импортирован в программу UCL Depthmap. Для совершения измерений программа формирует карту видимости на основе уличной сети. Карта представляет собой сеть, состоящую из длиннейших лучей зрительного восприятия, и является основой для анализов в программе UCL Depthmap [11]. Принимая во внимание то, что в данной статье рассматриваемые анализы не основываются на видимости и возможны искажения расстояний в использовании плана видимости, основой для анализа была принята сеть осей улиц. Доступ к такой базе данных возможен, благодаря интеграции методов территориального синтаксиса в среду геоинформационной системы (ГИС) [12, 13]. ГИС не только дает доступ к базе данных городской среды, но и благодаря специальному программному обеспечению позволяет выполнять анализы прямо в среде ГИС.

Основное функциональное значение уличной сети — это формирование коротких и доступных связей между разными частями города. Учитывая это и высокий градостроительный статус центра города, были оценены расстояния и доступность центра города ко всем улицам г. Еревана. Точкой отсчета (нулевой точкой) для анализа, был принят Северный проспект. Выбор основан на наличии здесь трех факторов, которые определяют градостроительную ценность территории. Северный проспект расположен в центре на юго-западной оси города, место отличается высокой привлекательностью для финансовых вложений и насыщенностью объектами публичного обслуживания [14]. Также здесь наблюдается высокая интенсивность пешеходного движения.

Для оценки протяженности путей были измерены метрические, а в случае доступности — угловые расстояния от центра города (рис. 1, 2). Метрическое расстояние является длиной пути, а угловое расстояние — суммой изменений угла на пути между двумя пунктами. В случае $90^\circ = 1$, $180^\circ = 2$, все другие углы измеряются методом интерполяции в промежутке $0...2$ [15, 16].

Рис. 1. План метрических расстояний г. Еревана

Рис. 2. План угловых расстояний г. Еревана

На основе планов расстояний административные округа города Еревана были классифицированы по расстояниям улиц, включенных в их состав. Был рассчитан средний уровень доступности округов при метрических и угловых расстояниях (табл.).

Классификация административных округов г. Еревана по доступности

Номер	По метрическим расстояниям	По угловым расстояниям
1	Кентрон	Кентрон
2	Арабкир	Арабкир
3	Эребуни	Эребуни
4	Норк-Мараш	Шенгавит
5	Канакер-Зейтун	Канакер-Зейтун
6	Давташен	Давташен
7	Шенгавит	Малатиа-Себастья
8	Малатиа-Себастья	Ачапняк
9	Ачапняк	Аван
10	Нор-Норк	Норк-Мараш
11	Аван	Нор-Норк
12	Нубарашен	Нубарашен

На следующей стадии были оценены связность и промежуточность улиц (рис. 3, 4). Связность характеризуется количеством связей между рассматриваемой и всеми другими улицами сети [17]. Промежуточность является одним из измерений центральности в граф-анализе. Он выявляет значимость узла для всей сети [18].

Рис. 3. План связности улиц г. Еревана

Рис. 4. План промежуточности улиц г. Еревана

Измерение интеграции показывает насколько близок любой сегмент сети ко всем другим сегментам системы в случаях разных расстояний и масштабов. Иными словами, он показывает насколько просто передвигаться от одного сегмента к другому. По мнению пионеров территориального синтаксиса Билла Хиллиера и Джульен Хансен, измерение интеграции наилучшим образом отражает интенсивность пешеходного движения на улицах [19, 20].

Несмотря на то, что существует много измерений интеграции, для изучения было принято измерение интеграции XX в. по Хиллиер и Хансен [21]. Произведено два типа анализа интеграции. В первом случае был измерен уровень интеграции в радиусе всего города, а во втором — в радиусе

данного углового расстояния (рис. 5, 6). Если в первом анализе наивысшие результаты сконцентрированы в центре города и снижаются по отдалению от центра, то во втором — высокие результаты интеграции получаются и за пределами центра. Второй анализ позволяет выявить улицы наивысшей интеграции местного значения. Эти улицы, обладая соответствующей структурной ценностью, могут быть местами организации центров административных округов.

Рис. 5. План интеграции улиц г. Еревана

Рис. 6. План местной интеграции улиц г. Еревана

Составленные планы могут быть применены в оценке расположения и доступности разных типов объектов общественного обслуживания. В то же время, принимая во внимание тот факт, что план расстояний может быть составлен в отношении одного и более объектов, он позволяет рассчитать взаимное расположение радиусов обслуживания одинаковых объектов.

Библиографический список

1. *Agarwal P.* Walter Christaller: Hierarchical Patterns of Urbanization. Режим доступа: <http://www.csiss.org/classics/content/67>. Дата обращения: 01.02.2015.
2. *Hillier B., Hanson J.* The social logic of space // Cambridge: Cambridge University Press. 1984. Режим доступа: http://www.google.am/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=0CC4QFjAF&url=http%3A%2F%2Ftraumwerk.stanford.edu%2Fprojects%2FStanfordArchaeologicalTheory%2Fadmin%2Fdownload.html%3Fattachid%3D338901&ei=NQDwVMHsIoPAPL_1gKgI&usg=AFQjCNFI9jBj0FGDoK-q3cgEf5u-NNs84w&bvm=bv.87269000,d.ZWU&cad=rja. Дата обращения: 05.02.2015.
3. *Mcloughlin J.B.* Urban & regional planning: A Systems Approach // Faber and Faber. London. 1969. Режим доступа: <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/30156>. Дата обращения: 05.02.2015.
4. *Beck M.P., Turkienicz B.* Visibility and Permeability Complementary Syntactical Attributes of Wayfinding // 7th International Space Syntax Symposium. Stockholm, 2009. No. 009. Pp. 1—7. Режим доступа: http://www.google.am/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fprofile%2FMateus_Beck%2Fpublication%2F237214685_Complementary_Syntactical_Attributes_of_Wayfinding%2Flinks%2F0c960525f2119a74a8000000.pdf&ei=3gfwVP-4EI6CPf3BgMgF&usg=AFQjCNEPDV1pJotMOyJPcVx_v1u-kNfcwCw&bvm=bv.87269000,d.ZWU&cad=rja. Дата обращения: 06.02.2015.

5. Turner A. Depthmap 4: a researcher's handbook // Bartlett School of Graduate Studies. UCL, London 2004. Режим доступа: <http://discovery.ucl.ac.uk/2651/1/2651.pdf>. Дата обращения: 08.02.2015.

6. An introduction to Centrality measures. Режим доступа: <https://sites.google.com/site/networkanalysisacourse/schedule/an-introduction-to-centrality-measures>. Дата обращения: 10.02.2015.

7. Mascolo C. Social and Technological Network Analysis Lecture 3: Centrality Measures and Community Detection // University of Cambridge. Режим доступа: <http://www.cl.cam.ac.uk/~cm542/teaching/2011/stna-pdfs/stna-lecture3.pdf>. Дата обращения: 08.02.2015.

8. Space Syntax General practice. Brochure. Режим доступа: <http://www.spacesyntax.com/>. Дата обращения: 08.02.2015.

9. Charalambous N., Mavridou M. Space Syntax: Spatial Integration Accessibility and Angular Segment Analysis by Metric Distance (ASAMeD) // Accessibility Instruments for Planning Practice. COST Office. 2012. Pp. 57—62. Режим доступа: <http://www.accessibilityplanning.eu/wp-content/uploads/2013/01/3-ASAMeD-R.pdf>. Дата обращения: 27.02.2015.

10. Chiaradia A.J., Schwander C., Gil J., Friedrich E. Mapping the intangible value of urban layout (i-VALUL): Developing a tool kit for the socio-economic valuation of urban area, for designers and decision makers. 2008. Pp. 1—16. Режим доступа: http://www.academia.edu/454889/Mapping_the_intangible_value_of_urban_layout_i-VALUL_Developing_a_tool_kit_for_the_socio-economic_valuation_of_urban_areas_for_designers_and_decision_makers. Дата обращения: 15.02.2015.

11. Tahar B., Brown F. The visibility graph: An approach for the analysis of traditional domestic M'zabite spaces // 4th International Space Syntax Symposium London. 2003. No. 56. Pp. 56.1—56.18. Режим доступа: <http://www.spacesyntax.net/symposia-archive/SSS4/fullpapers/56Tahar-Brownpaper.pdf>. Дата обращения: 14.02.2015.

12. Lee S., Seo K.W. Combining Space Syntax with Gis-Based Built Environment Measures in Pedestrian Walking Activity // Ninth International Space Syntax Symposium Seoul: Sejong University. 2013. No. 098. Pp. 1—13. Режим доступа: http://www.sss9.or.kr/paperpdf/ussecp/sss9_2013_ref098_p.pdf. Дата обращения: 16.02.2015.

13. Jiang B., Claramunt C., Klarqvist B. Integration of space syntax into GIS for modelling urban spaces. Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.25.6612&rep=rep1&type=pdf>. Дата обращения: 25.02.2015.

14. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01—89* // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084712/> Дата обращения: 25.02.2015.

15. Turner A. Angular analysis: A method for the quantification of space // Center for advanced spacial analysis. London. 2000. No. 23. Pp. 1—20. Режим доступа: <https://www.bartlett.ucl.ac.uk/casa/pdf/paper23.pdf>. Дата обращения: 27.02.2015.

16. Turner A. Angular analysis // 3rd International Space Syntax Symposium. Atlanta. 2001. No. 30. Pp. 1—11. Режим доступа: http://www.ucl.ac.uk/bartlett/3sss/papers_pdf/30_Turner_angular.pdf. Дата обращения: 24.01.2015.

17. Klarqvist B. A space syntax glossary // Nordisk Arkitekturforskning. 1993. Режим доступа: <http://www.urbanidades.arq.br/docs/posarq/sintaxe/space-syntax-glossary-bjorn-klarqvist-1993.pdf>. Дата обращения: 07.02.2015.

18. Varoudis T., Law S., Karimi K., Hillier B., Penn A. Space Syntax Angular Betweenness Centrality Revisited // Ninth International Space Syntax Symposium Seoul: Sejong University. 2013. No. 057. Pp. 1—16. Режим доступа: http://www.sss9.or.kr/paperpdf/mmd/SSS9_2013_REF057_P.pdf. Дата обращения: 20.02.2015.

19. Park H. Before integration: A critical review of integration measure in space syntax. Режим доступа: <http://spacesyntax.tudelft.nl/media/longpapers2/hoontaepark.pdf>. Дата обращения: 16.02.2015.

20. Jiang B. Ranking Spaces for Predicting Human Movement in an Urban Environment. 2008. Рр. 1—11. Режим доступа: <http://arxiv.org/ftp/physics/papers/0612/0612011.pdf>. Дата обращения: 17.02.2015.

21. Kong E.M., Kim Y.O. Development of Spatial Index Based on Visual Analysis to Predict Sales // Eighth International Space Syntax Symposium Santiago de Chile. 2012. No. 8076. Рр. 1—13. Режим доступа: http://www.sss9.or.kr/paperpdf/mmd/SSS9_2013_REF057_P.pdf. Дата обращения: 23.02.2015.

Поступила в редакцию в феврале 2015 г.

Об авторе: **Аветисян Арсен Грантович** — аспирант кафедры теории архитектуры, реставрации и реконструкции историко-архитектурного наследия, изящных искусств и истории, **Национальный университет архитектуры и строительства Армении (НУАСА)**, Армения, 0010, г. Ереван, ул. Теряна, д. 105, +3 (749) 373-39-85, info@ysuac.am, arsen9104@mail.ru.

Для цитирования: *Аветисян А.Г.* Структурная ценность улиц города Еревана // Вестник МГСУ. 2015. № 4. С. 7—14.

A.G. Avetisyan

STRUCTURAL VALUE OF YEREVAN STREETS

The absence of the methods of urban analysis in the process of urban development of Yerevan is the reason of urban planning activities that tend to decrease the urban value of Yerevan territories. Meanwhile the studies in the sphere of urban planning and urban analysis prove the dependence of the life in the city on its structure and distribution of the functions. The mentioned issue highlights the importance of urban analysis.

The paper discusses space syntax, which is one of the initial methods of urban analysis. The basic concept of Space syntax is based on the assumption that urban fabric can be presented and studied as a power graph. The method provides the measures that evaluate the land use, traffic and pedestrian movement, land value and even carbon emissions. The paper discusses also recent attempts of integration of space syntax method into GIS environment. GIS databases provide researchers with vast amount of urban data. Analyses presented in the current paper were performed on the basis of the open street map, which was imported from the GIS environment. With the application of space syntax methods analysis of connectivity, integration choice (betweenness) and depth from the city center were performed to evaluate the structural value of Yerevan streets. Municipal regions of Yerevan were classified by the level of their accessibility and by their distances from the city center on the base of the results of depth measures from the city center. Evaluation of the street network aims to define the most integrated and centrally positioned parts of the city. These areas can be locations for the organization of sub centers of Yerevan in the municipal regions.

Key words: Space syntax, graph analysis, urban value, Yerevan, street network, metric distances, angular distances.

References

1. Agarwal P. Walter Christaller: Hierarchical Patterns of Urbanization. Available at: <http://www.csiss.org/classics/content/67>. Date of access: 01.02.2015.

2. Hillier B., Hanson J. The Social Logic of Space. Cambridge, Cambridge University Press, 1984. Available at: <http://www.google.am/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=0CC4QFjAF&url=http%3A%2F%2Ftraumwerk.stanford.edu%2Fprojects%2FStanf>

ordArchaeologicalTheory%2Fadmin%2Fdownload.html%3Fattachid%3D338901&ei=NQDw VMHsloPAPL_1gKgl&usg=AFQjCNFI9jBj0FGDoK-q3cgEf5u-NNs84w&bvm=bv.87269000,d.ZWU&cad=rja. Date of access: 05.02.2015.

3. Mcloughlin J.B. *Urban & Regional Planning: A Systems Approach*. Faber and Faber, London, 1969. Available at: <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/30156>. Date of access: 05.02.2015.

4. Beck M.P., Turkienicz B. Visibility and Permeability Complementary Syntactical Attributes of Wayfinding. Seventhth International Space Syntax Symposium. Stockholm, 2009, no. 009, pp. 1—7. Available at: http://www.google.am/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fprofile%2FMateus_Beck%2Fpublication%2F237214685_Complementary_Syntactical_Attributes_of_Wayfinding%2Flinks%2F0c960525f2119a74a8000000.pdf&ei=3gfwVP-4EI6CPf3BgMgF&usg=AFQjCNEPDV1pJotMOyJPcVx_v1u-kNfcwCw&bvm=bv.87269000,d.ZWU&cad=rja. Date of access: 06.02.2015.

5. Turner A. *Depthmap 4: a Researcher's Handbook*. Bartlett School of Graduate Studies, UCL, London 2004. Available at: <http://discovery.ucl.ac.uk/2651/1/2651.pdf>. Date of access: 08.02.2015.

6. An Introduction to Centrality Measures. Available at: <https://sites.google.com/site/networkanalysisacourse/schedule/an-introduction-to-centrality-measures>. Date of access: 10.02.2015.

7. Mascolo C. Social and Technological Network Analysis Lecture 3: Centrality Measures and Community Detection. University of Cambridge. Available at: <http://www.cl.cam.ac.uk/~cm542/teaching/2011/stna-pdfs/stna-lecture3.pdf>. Date of access: 08.02.2015.

8. Space Syntax General Practice. Brochure. Available at: <http://www.spacesyntax.com/>. Date of access: 08.02.2015.

9. Charalambous N., Mavridou M. Space Syntax: Spatial Integration Accessibility and Angular Segment Analysis by Metric Distance (ASAMeD). Accessibility Instruments for Planning Practice. COST Office, 2012, pp. 57—62. Available at: <http://www.accessibilityplanning.eu/wp-content/uploads/2013/01/3-ASAMeD-R.pdf>. Date of access: 27.02.2015.

10. Chiaradia A.J., Schwander C., Gil J., Friedrich E. Mapping the Intangible Value of Urban Layout (I-VALUL): Developing a Tool Kit for the Socio-Economic Valuation of Urban Area, for Designers and Decision Makers. 2008, pp. 1—16. Available at: http://www.academia.edu/454889/Mapping_the_intangible_value_of_urban_layout_i-VALUL_Developing_a_tool_kit_for_the_socio-economic_valuation_of_urban_areas_for_designers_and_decision_makers. Date of access: 15.02.2015.

11. Tahar B., Brown F. The Visibility Graph: An Approach for the Analysis of Traditional Domestic M'zabite. 4th International Space Syntax Symposium London. 2003, no. 56, pp. 56.1—56.18. Available at: <http://www.spacesyntax.net/symposia-archive/SSS4/fullpapers/56Tahar-Brownpaper.pdf>. Date of access: 14.02.2015.

12. Lee S., Seo K.W. Combining Space Syntax with Gis-Based Built Environment Measures in Pedestrian Walking Activity. Ninth International Space Syntax Symposium Seoul, Sejong University. 2013, no. 098, pp. 1—13. Available at: http://www.sss9.or.kr/paperpdf/ussecp/sss9_2013_ref098_p.pdf. Date of access: 16.02.2015.

13. Jiang B., Claramunt C., Klarqvist B. Integration of Space Syntax into GIS for Modeling Urban Spaces. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.2.5.6612&rep=rep1&type=pdf>. Date of access: 25.02.2015.

14. SP 42.13330.2011. *Gradostroitel'stvo. Planirovka i zastroyka gorodskikh i sel'skikh poseleniy. Aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 2.07.01—89** [Requirements SP 42.13330.2011. Urban Development. Planning and Building in Urban and Rural Settlements. Advanced Edition of Construction Norms SNIp 2.07.01—89*]. *Elektronnyy fond pravovoy i normativno-tekhnicheskoy dokumentatsii* [Electronic Fund of Legislative and Normative-Technical Documentation]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200084712/>. Date of access: 25.02.2015. (In Russian)

15. Turner A. *Angular Analysis: A Method for the Quantification of Space*. Center for Advanced Spatial Analysis. London. 2000, no. 23, pp. 1—20. Available at: <https://www.bartlett.ucl.ac.uk/casa/pdf/paper23.pdf>. Date of access: 27.02.2015.

16. Turner A. *Angular Analysis*. 3rd International Space Syntax Symposium. Atlanta. 2001, no. 30, pp. 1—11. Available at: http://www.ucl.ac.uk/bartlett/3sss/papers_pdf/30_Turner_angular.pdf. Date of access: 24.01.2015.

17. Klarqvist B. A Space Syntax Glossary. Nordisk Arkitekturf Orskning. 1993. Available at: <http://www.urbanidades.arq.br/docs/posarq/sintaxe/space-syntax-glossary-bjorn-klarqvist-1993.pdf>. Date of access: 07.02.2015.

18. Varoudis T., Law S., Karimi K., Hillier B., Penn A. Space Syntax Angular Betweenness Centrality Revisited. Ninth International Space Syntax Symposium Seoul: Sejong University. 2013, no. 057, pp. 1—16. Available at: http://www.sss9.or.kr/paperpdf/mmd/SSS9_2013_REF057_P.pdf. Date of access: 20.02.2015.

19. Park H. Before Integration: A Critical Review of Integration Measure in Space Syntax. Available at: <http://spacesyntax.tudelft.nl/media/longpapers2/hoontaepark.pdf>. Date of access: 16.02.2015.

20. Jiang B. Ranking Spaces for Predicting Human Movement in an Urban Environment. 2008, pp. 1—11. Available at: <http://arxiv.org/ftp/physics/papers/0612/0612011.pdf>. Date of access: 17.02.2015.

21. Kong E.M., Kim Y.O. Development of Spatial Index Based on Visual Analysis to Predict Sales. Eighth International Space Syntax Symposium Santiago de Chile. 2012, no. 8076, pp. 1—13. Available at: http://www.sss9.or.kr/paperpdf/mmd/SSS9_2013_REF057_P.pdf. Date of access: 23.02.2015.

About the author: **Avetisyan Arsen Grantovich** — postgraduate student, Department of Theory of Architecture, Restoration and Reconstruction of Historical-Architectural Heritage, Fine Arts and History, **National University of Architecture and Construction of Armenia (NUACA)**, 105 Teryan str., Yerevan, 0010, Republic of Armenia; +3 (749) 373-39-85; info@ysuac.am, arsen9104@mail.ru.

For citation: Avetisyan A.G. Strukturnaya tsennost' ulits goroda Erevana [Structural Value of Yerevan Streets]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2015, no. 4, pp. 7—14. (In Russian)