

МОДЕЛЬ ОТЧУЖДЕНИЯ В ОЦЕНКЕ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА

Оржиховская Регина Яковлевна

кандидат технических наук, профессор кафедры прикладной математики и технической графики,
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет»,
Россия, Екатеринбург, e-mail: prmitg@usaaa.ru

Титов Сергей Сергеевич

доктор физико-математических наук, профессор,
зав. кафедрой прикладной математики и технической графики,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет»,
Россия, Екатеринбург, e-mail: stitov@usaaa.ru

УДК: 72.01

ББК: 85.118

DOI: 10.47055/1990-4126-2020-4(72)-5

Аннотация

В статье описывается метод моделирования в приложении к сравнительному анализу проектов архитектурного плана – помещения или территории. Рассматриваемые математические модели основываются на использовании различных мер взаимодействия элементов плана.

Ключевые слова:

математические модели, генплан, метрика, синергетика

Предлагаемая работа направлена на развитие количественных моделей, которые могут уточнить такие разноплановые неоднозначные понятия, как эффективность использования площадей, выявление потенциала территорий и, вероятно, смогут быть использованы при сравнительном анализе различных проектов генерального плана [1, 2, 3]. Термин отчуждение предложил Н.М. Зубов [4] в период своей работы в УралГАХУ (в том числе на кафедре промышленной архитектуры) как величину, характеризующую неэффективность такого использования, количественно описывающую степень негативного влияния того или иного объекта плана на прилегающее к нему пространство, степень ограничения возможности его использования.

Это моделирование основано на обобщении практического опыта проектирования или реконструкции нового или уже имеющегося комплекса зданий и предполагает, что большое внимание уделяется генеральному плану (здесь генплан понимается как самостоятельная семантическая единица). При этом необходимо проводить его объективную оценку, опирающуюся, в том числе, на количественные показатели. На этом этапе при сравнительном анализе вариантов необходимо использовать характеризующие их числовые параметры, закладывая основы композиции будущего комплекса с учетом всех сложных взаимосвязей составляющих его объектов, в том числе с учётом эффективности его использования на всех этапах жизненного цикла и будущего развития. Это подразумевает использование адекватных количественных (математических) моделей и соответствующих показателей. Однако такие числовые показатели генплана, как плотность застройки $D=S_z/(S_z+S_{св})$ и ее компактность $C=S_z/P$, являются малоинформативными. Здесь S_z – общая площадь земли, занятая зданиями; $S_{св}$ – площадь территории комплекса, свободной от застройки; P – сумма периметров зданий, составляющих комплекс.

Понятно, что указанные показатели D и C не только являются малоинформативными для характеристики отчуждения, но даже и не вполне корректными: критерий компактности C в такой форме во многих важных случаях оказывается практически неупотребимым в силу своей размерности, немасштабируемости, требуется же безразмерный показатель, инвариантный при изменении масштаба. Так, они не учитывают взаимное расположение зданий и других элементов плана, их взаимную синергию. На рис. 1 (а, б, в) видно, что эти показатели одинаковы, несмотря на то, что сами планы существенно различны. Очевидно, что план на рис. 1б создает меньшее отчуждение, т. е. меньше ограничивает свободу деятельности на оставшейся площади, чем план на рис. 1а. Очевидно также, что план рис. 1а создает еще меньшее отчуждение, чем план рис. 1в.

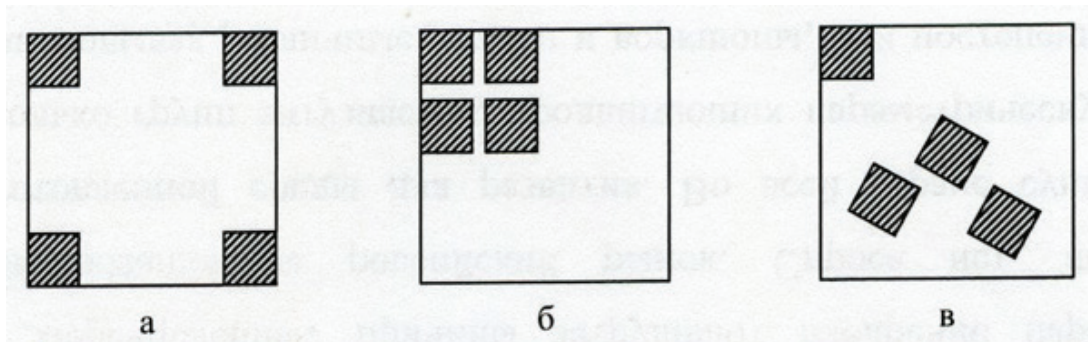


Рис.1

Ясно также, что особенности конфигурации даже отдельного здания, не отражаемые показателями D и C , могут быть причинами, оказывающими существенно влияние на примыкающую территорию, как, например, на рис. 2 (для одинаковых значений площади и периметра).

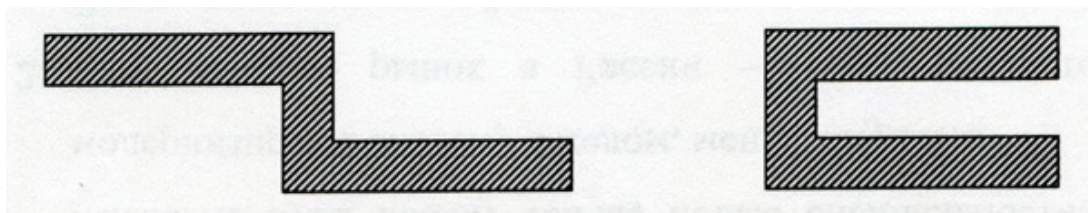


Рис. 2

Введение показателя, называемого отчуждением, учитывает взаимозависимости элементов плана посредством следующего очевидного соображения: участок территории вблизи от застройки более зависим от нее, чем участок, находящийся на большем удалении. Здесь близость или удаленность понимается через введение некоторого естественного расстояния на плоскости генплана, что превращает его в метрическое пространство [5]. Вплотную к имеющейся застройке построить, как правило, ничего нового нельзя. Близость и «отдельность» здания обычно сковывает, мешает разместить что-то новое, и «скованность» уменьшается с увеличением расстояния до него. Здесь уместно напомнить обсуждение и критику ошибок «точечной» застройки как с архитектурной точки зрения, так и с позиции жителей микрорайона, который таким образом уплотняется. Иными словами, возможность функционального использования территории растет по мере удаления от имеющейся застройки. Переход от качественной оценки к количественной основан на численном представлении возможности использования участка территории, примыкающей к имеющейся застройке. Эта возможность понимается здесь достаточно широко, с математической точки зрения – в вероятностном смысле. Трактую возникновение элемента застройки в различных точках генерального плана как случайные собы-

тия, мы отмечаем, что эти события не являются независимыми, и количественно описываем эту зависимость с точки зрения теории вероятностей. Для этого каждой точке $M(x,y)$ территории с координатами x и y в некоторой системе отсчета предлагается приписать числовой показатель, как некоторый ее атрибут – *коэффициент отчуждения* $K_{отч} = K_{отч}(x,y)$. Этот атрибут характеризует каждую точку $M(x,y)$ плана через степень обесценивания или ее ценности с точки зрения возможности (понимаемой как вероятность) ее использования при новом строительстве (т.е. является величиной, противоположной для такой возможности). Коэффициент отчуждения как функция расстояния принимает максимальное значение, равное единице на контуре зданий, и монотонно убывает по мере удаления от контура (рис. 3)

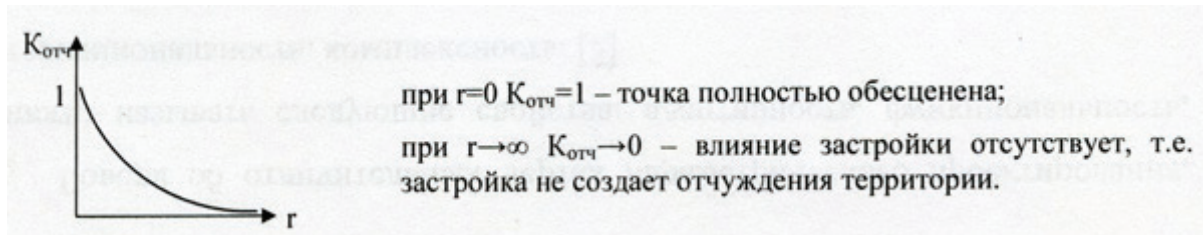


Рис. 3

Вероятностная интерпретация этого графика на рис. 3 отражает зависимость вероятности использования рассматриваемого участка территории от расстояния до влияющей на нее застройки. Чем ближе этот участок к застройке или границе территории, тем больше вероятность, что он потребуется для ее дальнейшего развития. Коэффициент отчуждения можно трактовать, следовательно, как численно определенную вероятность. Эту трактовку можно считать дополнительной к трактовке отчуждения: либо существующая застройка или граница рассматриваются как помеха новому строительству, либо они рассматриваются как возможное начало, задел для нового дальнейшего продолжения. Это рассуждения должны быть конкретизированы в виде формулы для возможности выполнения численных расчетов, и практика дает определенные достаточно веские основания (обоснованные ниже) представить коэффициент отчуждения в экспоненциальном виде:

$$K_{отч}(x,y) = \exp(-r/a) \quad (1),$$

где

r – расстояние от точки плана (x,y) , в которой оценивается влияние застройки до контура ближайшего здания застройки (см. рис. 3);

a – так называемый средний габарит (или модуль) отрасли – величина, зависящая от назначения и характера застройки – характерный размер единицы сооружения, принятый в отрасли.

Очень важно подчеркнуть необходимость рассмотрения проблемы оценки отчуждения территорий, планируемых к освоению, в самых разных – как больших, так и малых – масштабах. Поэтому здесь необходимо использование относительных, а не абсолютных величин. При этом переходить к таким безразмерным величинам можно, измеряя их в характерных размерах – модулях, что позволяет моделировать разномасштабные явления: от проектирования нового населенного пункта и районной планировки, системы расселения (где изначально «пункт» = «точка», т. е. нечто, не имеющее масштаба и размеров), до освоения свободных мест в уже имеющейся планировке (при реконструкции, рекультивации, точечной застройке и т.п.). Как показала практика, предложенная закономерность (1) оказывается вполне адекватной на всем спектре возможного масштабирования. При этом величина модуля a варьируется в широких пределах: в промышленности отраслевой модуль – 250, или 500 м, модуль в гражданском строительстве – 100 м, в интерьерных задачах – 36 м.

Для задач сравнительной количественной оценки планов интерьера, когда удаленность от границ плана (стен, колонн) мала по сравнению с модулем, ранее предлагалось применять также линейное приближение к функции отчуждения – дифференциал экспоненциальной функции расстояния. В этих задачах для такой характеристики вместо отчуждения предлагался термин габаритность. Таков комбинаторно-топологический подход работы [6], которую можно рассматривать как развитие методов архитектурной планиметрии применительно к сравнительной оценке функциональной гибкости универсальных интерьеров. Интересно, что в настоящее время данный подход оказался применимым не только к анализу конкретных планировок промышленных интерьеров, но и к планировкам универсальных торговых комплексов. Однако для существенно больших масштабов эта концепция оказывается недостаточной, поскольку в соответствии с современными взглядами, она не учитывает нелинейные эффекты. Концепция же отчуждения естественным образом вводит экспоненциальную нелинейность в модель изучаемого процесса, адекватно учитывающую взаимодействия элементов плана.

Для эффективного применения этого подхода требуется уточнить способы, алгоритмы и формулы вычисления введенного параметра и верифицировать его на прикладных примерах.

Следует отметить, что изолиниями (линиями одинаковых значений) для функции коэффициента отчуждения являются так называемые эквидистанты. Под эквидистантой, соответствующей расстоянию r , геометрически понимается кривая, состоящая из тех точек свободной территории, которые удалены от застройки на расстояние r (т.е. равноудаленных на расстояние r). Особенно наглядны примеры эквидистант для планов зданий в виде многоугольников, вписанных в ортогональную координатную сетку и для ортогональной метрики $L1$, в которой расстояние между точками вычисляется как сумма длин проекций соединяющего их отрезка на оси координат (манхэттенская метрика [6, 7]). Под границами расчетной зоны понимаются контуры объектов и границы территории, в пределах которой учитывается влияние застройки. При этом размеры этой зоны имеют лишь относительное значение, что позволяет рассматривать модель и в масштабах города [8–12].

Введенный коэффициент отчуждения определяет это отчуждение локально, в одной точке. Суммарный (или интегральный) эффект отчуждения может быть охарактеризован величиной общего отчуждения W :

$$W = \int_0^{r_{\max}} L(r) \cdot K_{\text{отч}}(r) dr = \int_0^{r_{\max}} L(r) \exp(-r/a) dr \quad (2),$$

где $L(r)$ – длина эквидистанты на расстоянии r от застройки (точнее, ее части, расположенной внутри границ расчетной зоны);

$r_{\max}$ – максимальное значение r в пределах расчетной зоны. Этот новый вводимый показатель W , как и другие показатели такого типа, может применяться при сравнении его значений для разных вариантов одного и того же генплана. Чем больше величина W , тем большую территорию отчуждает комплекс у окружающего пространства и тем, естественно, хуже (при прочих равных условиях).

Для расчетных целей более удобной может оказаться другая, эквивалентная, форма выражения (2), имеющая вид:

$$W = \iint_A K_{\text{отч}}(x, y) dx dy \quad (3),$$

А

где A – расчетная область.

Для обоснования экспоненциальной формулы отчуждения достаточно рассмотреть дополнительную вероятность P противоположного события – выбора элемента dr территории для нового строительства на расстоянии r от имеющейся застройки. Если рассматриваемые случайные события (выбор элемента на расстоянии r и отсутствие выбора при меньших расстояниях) считать в данной модели независимыми, то прирост вероятности dP будет равен произведению их вероятностей. При измерении расстояний в единицах измерения a (в модулях) получим дифференциальное уравнение $dP=(1-P)dr$, решая которое находим $K_{отч}=(1-P)=\exp(-r/a)$, аналогично подходу, изложенному в [11]. Этот подход опирается на базовые конструкции теории вероятностей (вероятности противоположных событий, вероятности независимых событий) и поэтому имеет прозрачный прикладной смысл. Здесь модуль понимается как архитектурно-планировочно и/или конструктивно-осмысленно определенный характерный размер. Это допускает и естественное его определение как математического ожидания показательного распределения, т.е. среднего значения расстояния (которое можно понимать в разных смыслах) между элементами застройки.

К аналогичному результату приводит аналоговая модель отчуждения. Если элементы застройки представлять точками (скажем, какие-то характерные точки объектов реальных размеров), как это имеет место в подходе по Мерлену, т. е. в большом, градостроительном, масштабе, то ситуацию в одномерном случае можно представить как некую систему случайно выбранных точек на отрезке заданной длины. Такова, например, система «выстрелов» со случайным, равномерно распределенным по этому отрезку разбросом. Основным «организующим» параметром здесь является средний шаг точек a (или среднее расстояние между «пробойнами»).

Принимая этот шаг за масштаб длины, получаем такую формулировку: на отрезке длины N имеется N случайных точек-«выстрелов»: как говорят, идея или задумка «выстрелила», когда имеют в виду благоприятный, удачный исход случайного события!

В качестве локальной характеристики отчуждения (коэффициента отчуждения) в некоторой точке r можно принять вероятность $P(r)$ того, что в интервале $(0, r)$ нет ни одной точки («пробойны»). Считая выстрелы независимыми, а вероятность пробойны равномерно распределенной по длине интервала $(0, N)$, очевидно, имеем:

$$P(r) = ((N-r)/N)^N = (1-r/N)^N$$

При больших N , стремящихся к бесконечности, эта величина $= (1-r/N)^N$ стремится к $\exp(-r)$. Это значит, что при больших значениях чисел N это практически равно $\exp(-r)$, т. е. приближённо (с хорошей точностью) эти значения равны.

В другом подходе (аналогично с сеткой колонн) получается тот же результат: рассмотрим вероятность dP того, что достаточно малый произвольно выбранный интервал dr содержит хотя бы одну точку/пробойну. Отталкиваясь от предыдущего, получаем:

$$dP = 1 - \exp(-dr) = dr * ((1 - \exp(-dr))/dr)$$

При малом dr в выбранном масштабе $dP \approx dr$, что и требовалось: показано, что при выбранном масштабе длины (a) вероятность попадания точки в малый интервал численно равна длине этого интервала. Итак, данная модель показывает, что в качестве масштаба длины может применяться и отраслевой модуль (т.е. какой-то характерный размер), и средний шаг застройки (что, возможно, логичней на интуитивном уровне).

Таким образом, решается вопрос в совпадении четырех величин:

1. Математического ожидания показательного распределения (типа периода полураспада в физике).
2. Отраслевого модуля.
3. Среднего шага застройки или сетки колонн.
4. Архитектурно-планировочно и/или конструктивно-осмысленно определенного характерного размера.

Необходимо отметить, что здесь не конкретизируется способ вычисления расстояний r , т.е. метрика может быть различная – или одномерная, или двумерная евклидова (по воздушной линии), или ортогональная, и поэтому выведенная формула применима для различных видов планировочных структур. Наиболее просто описывается алгоритм вычисления величины общего отчуждения W для ортогональной планировки, в которой предполагается, что здания в плане являются многоугольниками, стороны которых параллельны осям координат. Эти оси часто выбираются в качестве планировочных осей. Дополнительно можно предполагать, что (для вписывания в координатную сетку) координаты всех вершин контуров – целочисленные, соизмеримые с выбранным модулем a . В этой форме алгоритм внедрен в учебное проектирование и предложен для использования в оценке вариантов реальных генеральных планов.

Таким образом, введенная концепция отчуждения естественным образом вводит нелинейность в модель архитектурного плана, которая адекватно учитывает взаимодействие элементов плана в зависимости от расстояния между ними, геометрически определенного через метрику соответствующего пространства. Обоснованность такого моделирования основывается на базовых понятиях, характеризующих генплан как геометрический объект, и на показательном распределении в теории вероятностей, описывающем вероятность редких событий, в качестве которых выступают акты взаимодействия элементов плана.

Библиография

1. Алексеев, Ю.В. Теоретические основы повышения эффективности градостроительного освоения территорий : Автореф. дис. ... д-ра архитектуры / Ю.В. Алексеев. – М., 1993.
2. Холодова, Л.П. Синергетически-планировочный анализ региональной урбанизации. [Электронный ресурс] / Л.П. Холодова, С.С. Титов // Архитектон. Известия вузов. – УралГАХА. – 2007. – №19. – URL: http://archvuz.ru/2007_3/1/
3. Анна Береговских. Генеральный план – сегодня и завтра [Электронный ресурс] // Метод. – 2019. – № 1. – URL: <http://gosmetod.ru/article/373147/>
4. Зубов, Н.М., Оржеховская, Р.Я. Расчет уровня функциональной гибкости для универсальной планировочной структуры: Метод. разработки / Н.М. Зубов, Р.Я. Оржеховская. – Свердловск: СвердловАРХИ, 1980.
5. Бояркина, М.Г. Количественный анализ промышленной территории как метрического пространства / М.Г. Бояркина // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1987. – № 10.
6. Титов, С.С., Дубровин, Г.И., Овечкин, А.В. КОМБИНАТОРНАЯ ПЛАНИМЕТРИЯ В СТРУКТУРНОМ АНАЛИЗЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОДУЛЬНЫХ ЗДАНИЙ [Электронный ресурс] / С.С. Титов, Г.И. Дубровин, А.В. Овечкин // Архитектон: известия вузов. – 2007. – №4(20). – URL: http://archvuz.ru/2007_4/1
7. Холодова, Л.П. МАНХЭТТЕНСКИЙ КОД [Электронный ресурс] / Л.П. Холодова, С.С. Титов // Архитектон: известия вузов. – 2018. – №4(64). – URL: http://archvuz.ru/2018_4/8
8. Форрестер, Дж. Динамика развития города / Дж. Форрестер. – М.: Прогресс, 1974.
9. Груза, И. Теория города / Иржи Груза. – М.: Стройиздат, 1972.
10. Мерлен, П. Новые Города. Районная планировка и градостроительство / П. Мерлен. – М.: Прогресс, 1975.
11. Мерлен, П. Город. Количественные методы изучения / П. Мерлен. – М.: Прогресс. 1977.
12. Авдоткин, Л.Н., Лежава, И.Г., Смоляр, И.М. Градостроительное проектирование / Л.Н. Авдоткин, И.Г. Лежава, И.М. Смоляр. – М.: Стройиздат, 1998. – С. 432.



Лицензия Creative Commons

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

4.0 Всемирная

Дата поступления: 16.10.2020

AN ALIENATION MODEL IN GENERAL-PLAN ASSESSMENT

Orzhekhovskaya Regina Ya.

PhD. (Engineering), Professor, Applied Mathematics and Technical Graphics,
Ural State University of Architecture and Art,
Russia, Yekaterinburg, e-mail: pmitg@usaaa.ru

Titov Sergey S.

Doctor of Sciences (Mathematics), Professor,
Head, Applied Mathematics and Technical Graphics,
Ural State University of Architecture and Art,
Russia, Yekaterinburg, e-mail: stitov@usaaa.ru

УДК: 72.01

ББК: 85.118

DOI: 10.47055/1990-4126-2020-4(72)-5

Abstract

The article describes a modeling method with reference to comparative analysis of architectural planning proposals for a space or area. The mathematical models considered are based on the use of various measures of interaction between elements of the plan.

Keywords:

mathematical models, general plan, metrics, synergism

References

1. Alekseyev, Yu.V. (1993) Theoretical foundations of urban planning efficiency enhancement. Summary of Doctor of Architecture dissertation. Moscow. (in Russian)
2. Kholodova, L.P. and Titov, S.S. (2007) Synergetic planning analysis of regional urbanization. [Online]. Architecton: Proceedings of Higher Education, No. 19. Available from: http://archvuz.ru/en/2007_3/1/ (in Russian)
3. Beregovskikh, A. (2019) General plan – today and tomorrow [Online]. Method, No. 1. Available from: <http://gosmetod.ru/article/373147/> (in Russian)
4. Zubov, N.M., Orzhekhovskaya, R.Ya. (1980) Computation of the level of functional flexibility for a universal planning structure. Sverdlovsk: SverdARKhI, 1980. (in Russian)
5. Boyarkina, M.G. (1987) Quantitative analysis of an industrial area as a metric space. Izvestiya Vuzov. Construction and Architecture, No. 10. (in Russian)
6. Titov, S.S., Dubrovin, G.I., Ovechkin, A.V. (2007) Combinatorial plane geometry in structural analysis of universal modular buildings [Online]. Architecton: Proceedings of Higher Education, No. 4(20). Available from: http://archvuz.ru/en/2007_4/1 (in Russian)
7. Kholodova, L.P. and Titov, S.S. (2018) The Manhattan Code [Online] Architecton: Proceedings of Higher Education, No. 4(64). Available from: http://archvuz.ru/en/2018_4/8 (in Russian)
8. Forrester, J. (1974) Urban Dynamics. Moscow: Progress. (in Russian)
9. Hruza, J. (1972) City Theory. Moscow: Stroyizdat. (in Russian)
10. Merlin, P. (1975) New cities. District and urban planning. Moscow: Progress. (in Russian)
11. Merlin, P. (1977) City. Quantitative methods of study. Moscow: Progress. (in Russian)
12. Avdotyin, L.N., Lezhava, I.G., Smolyar, I.M. (1998) Urban planning. Moscow: Stroyizdat. (in Russian)