

УДК 711.1

Доктор архитектуры, профессор Дёмин Н.М.,
к.т.н., доцент Гоблик А.В.

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДОВ ТЕОРИИ ПОТЕНЦИАЛА В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧАХ

В статье зафиксированы основные направления развития и применения методов теории потенциала в градостроительстве. С использованием современных компьютерных технологий получена новая интерпретация результатов исследования закономерностей распределения поля потенциала услуг. Представлены результаты математической формализации производственного потенциала города.

Ключевые слова: градостроительная система, производственный потенциал, структурно-графическая модель, полевая модель распределения потенциала.

Вступление. С тех пор как физик Л.Эйлер в свой «Теории движения твердых тел» [1, с.271] впервые рассмотрел функцию, которую в последствии назвали Потенциалом, прошло более двухсот лет. За это время термин «потенциал» не только прочно вошёл в обиход простого обывателя, но и укоренился в различных областях научного знания, техники и искусства. Научная общественность стала свидетелем становления и развития физико-математической теории потенциала, теории экономического потенциала, теории демографических потенциалов, развития и применения методов потенциала для изучения социально-пространственных явлений в географии, социологии, а также в градостроительстве. Возможно смелым, но не обосновательным будет утверждение того, что список задач, решение которых возможно с применением концепции потенциала, настолько велик, насколько безгранична и многогранна сущность самого потенциала.

Обширное применение понятия потенциала объясняется тем, что потенциал, являясь многогранным понятием, а также одновременно и количественной, и качественной характеристикой, в общем случае описывает собой возможности, имеющиеся силы, запасы, ресурсы, средства, которые могут быть использованы. Им удобно пользоваться для описания характеристик и состояний сложных систем разной природы. Если обобщить практику применения понятия потенциала в более широком поле естественных и общественных наук, то можно обнаружить что понятие потенциала

используется для фиксации определенного энергетического состояния, связанного с системой элементов, описывающегося теми или иными пространственными и временными характеристиками. Изменение пространственных и временных характеристик состояния системы однозначно приводит к изменению потенциала. Таким образом можно утверждать, что потенциал является функцией состояния, а такие состояния можно определенным образом упорядочить, обозначить в соответствии с законами развития системы.

Благодаря стремительному развитию компьютерных информационных технологий за последнее десятилетие усилилось также взаимное проникновения достижений одних наук в другие, в результате чего более активно создаются новые инструменты изучения разнообразных явлений и процессов. Следует отметить то, что подобная картина наблюдается и в теории потенциала – к примеру, около 100 лет тому назад гравитационный потенциал из физики проник благодаря У. Рейли в общественные науки для изучения социально-пространственных явлений [2, с.143], и далее был спроецирован на исследования некоторых градостроительных вопросов.

Сегодня «потенциал» становится всё более привлекательным для изучения и получения новых знаний о состояниях и закономерностях развития систем разной природы и сложности, как биологических, так и социально-экономических, благодаря новым возможностям, которые предоставляют математические методы, созданные с применением этого понятия, в совокупности с достижениями научно-технического прогресса. В связи с этим не утратили своей актуальности идеи количественного описания градостроительных систем с использованием понятия потенциала, предложенные отечественными учёными ещё в XX веке: А.Э. Гутновым [3], Н.М. Дёминым [4], Г.А. Заблоцким [3], Е.Д. Богорад [3], Н.М. Габрелем [5]. В зарубежной литературе можно выделить работы [6-7] в области компьютерного моделирования социально-пространственных явлений с применением потенциальной функции.

Градостроителей наиболее волнует решение задачи предвидения посредством моделирования особенностей развития функционально-пространственной структуры города, а также интересуют возможности получения более информативной и точной (количественной) оценки последствий от принимаемых сегодня проектных решений. В этой связи создание инструментов познания с применением «потенциала» приобретает большую актуальность, поскольку потенциал, являясь количественной величиной и функцией состояния, открывает новые возможности для компьютерного моделирования социально-пространственных явлений, а также

особенностей трансформаций как городского пространства, так и градостроительных объектов регионального уровня. Поэтому **целью** данной работы является обоснование направлений развития методов потенциала применительно к градостроительным задачам с учётом использования современных вычислительных средств.

Исторические аспекты развития научной концепции потенциала в теории градостроительства. Предшественниками градостроителей, применившими концепцию потенциала для исследования социально - пространственных явлений, свойственных системам населённых мест, были географы. Именно они, первыми, в начале 20 века сделали предположение о том, что существуют зоны влияния городов, причём с увеличением расстояния от центра города влияние «затухает» и этот процесс можно сравнить с явлением магнетизма или с законом всемирного тяготения Ньютона.

Впервые гравитационная модель была использована У. Рейли в 1929 г. при изучении явлений конкуренции в розничной торговле [2, с.199-202]. У. Рейли предложил рассматривать интенсивность товарных потоков (экономических взаимосвязей) между городами *A* и *B* пропорционально их ёмкости рынка (количеству населения) и обратно пропорционально квадрату расстояния между ними. Метод позволял рассчитать распределение уходящей за пределы населённого пункта «покупательной силы» и определить относительные пропорции распределения покупателей между торговыми центрами. Следствием закона являлось то, что с ростом города число «сторонних покупателей» возрастает, а также сосредоточение группы магазинов увеличивает их привлекательность для потребителей.

Таким образом, в основе построения гравитационной модели лежит полевой принцип, согласно которому, населенный пункт с *N* количеством населения, находящийся в некоторой точке, создает в этой точке поле с потенциалом. Именно этот полевой принцип сыграл в дальнейшем ключевую роль при получении новых моделей урбанизированного пространства в теории градостроительства с использованием понятия потенциала.

Не смотря на то, что модель У. Рейли получила большое распространение в разных модификациях, у неё был ряд существенных недостатков. Она не могла успешно использоваться при исследовании описанных явлений для задачи с тремя и более центрами. Модель также не позволяла дифференцированно описать распределение покупателей с учётом разнообразия целей поездок и приобретения различных товаров.

Дальнейшее развитие в географии идей физики Ньютона привело к введению Д. Стюартом понятия «демографического потенциала» [2, с.204] или «потенциала поля расселения» – общепринятого термина в отечественной

научной литературе. Стюарт показал, что любой точке территории соответствует определённый демографический потенциал (потенциал поля расселения). Так, в точке M город P_A , находящийся от неё на расстоянии D_{AM} , создаёт демографический потенциал. Другие города также воздействуют на эту точку, увеличивая потенциал в точке M . Суммарный потенциал в точке M составляет сумму потенциалов от воздействия каждого города на точку M . Он показывает особенности тяготения в пределах поля расселения, обусловленные различиями в размещении населения. Потенциалом измеряется относительная доступность или возможность взаимодействия, контактов людей, живущих в какой-либо точке поля расселения, для которой рассчитывается потенциал, с остальным населением этого поля расселения.

Развитие идеи применения потенциальной функции для градостроительных задач привело к появлению различных понятий с использованием термина «потенциал» и к созданию разнообразных моделей урбанизированного пространства. Например, в 1960 г. была создана модель, описывающая уровни развития территории городской конурбации Гринсборо (Северная Каролина). Модель предназначалась для оценки вероятности застройки территории [2, с.127-128].

На территории бывшего СССР идеи использования понятия потенциала для градостроительных задач развивались учёными Е.Д. Богорад и Г.А. Заблочким. Введенный ими демографический потенциал [3, с.76-77] характеризует число возможностей, которыми располагает житель данного района при осуществлении какого-либо вида деятельности. То есть потенциал определяется привлекательностью района с точки зрения данного вида деятельности и функцией социальной ценности времени. Количественно потенциал выражает суммарный спрос на участок территории и поэтому косвенно характеризует величину затрат на его освоение. В результате усовершенствование транспортной сети города, улучшающее условия доступности рассматриваемой территории, появление с ней новых мест приложения труда, центров обслуживания приводит к увеличению потенциала участка, повышению его стоимости и более интенсивному использованию.

В работе А.Э. Гутнова [3, с.249-250] введено понятие структурно-функционального потенциала, под которым автор понимает комплексный показатель, характеризующий положение участка городской территории в структурно-функциональной организации градостроительной системы в зависимости от характеристик интенсивности освоения и транспортной доступности данного участка. Благодаря развитию средств автоматизации расчётов, а также ГИС-технологий в 2012 году в работе [8] с использованием

идей Гутнова А.Э. были построены карты интенсивности освоения территории для восьми городов России.

Еще одним примером применения понятия потенциала в градостроительстве было решение задачи о размещении главного городского фокуса притяжения с точки зрения минимизации затрат на передвижение. С этой целью был разработан метод определения потенциалов поля расселения с использованием идей Рейли В. [9, с.21].

Перечисленные выше подходы к описанию градостроительного пространства с использованием понятия потенциала сделали значительный вклад в решение задач, связанных с анализом и моделированием стационарных состояний градостроительной системы. В то же время задачи связанные с исследованием эволюции градостроительной системы, изучением законов возникновения новых функционально-пространственных структур в результате изменения состояния упорядочённости системы с целью использования этих знаний при планировании развития города, а также решение оптимизационных задач требуют применения в градостроительном планировании новых научных концепций и методов формализации градостроительных задач.

Методы описания градостроительного пространства с использованием понятия производственного потенциала.

Градостроительное пространство характеризуется многомерностью и многообразием, поэтому потенциал как мера города должен описывать все эти свойства градостроительной системы. Но прежде чем перейти к описанию с помощью потенциала города, необходимо уточнить структуру и содержание самого объекта моделирования – градостроительной системы. В работе [4, с.10-11], опубликованной в 1991г., город рассматривается с позиции взаимосвязанных и взаимодействующих трёх систем: социально-экономической, территориально-производственной и демоэкологической («население» – «среда» – «деятельность»). Для описания территориально-производственной системы предложено понятие производственного потенциала градостроительной системы. Градостроительное понимание производственного потенциала не идентично принятому понятию в экономике, сущность которого отражает стоимостную и натурально-вещественную оценку экономической мощи страны, отрасли; способности производственного аппарата производить продукцию определенного состава, технического уровня и качества в максимальном объеме. Понятие «производство» в градостроительном аспекте охватывает: все отрасли материального производства; «производство информации», включающее научно-исследовательские, проектные и другие институты, средства массовой информации и др.; «производство услуг», включающее все виды отраслей

сферы общественного обслуживания населения; «управление» и «коммуникации» [4, с.14]. Очевидным является тот факт, что все эти составляющие производственной сферы города имеют своё материальное воплощение в виде городских инфраструктур – трудовой (места приложения труда), социально-культурной, транспортной, инженерной, создание которых требует выполнения определённых работ (энергетических затрат). Отсюда следует, что производственный потенциал города является энергетической характеристикой, которая отражает или описывает уровень развития материально-пространственной среды города в заданной точке пространства в соответствии с доминирующими общественными ценностями. Такая интерпретация производственного потенциала является также некоей аналогией потенциала в физике, где под этим понятием понимают в общем случае энергетическую характеристику некоторой точки любого силового поля. Здесь потенциал численно равен работе, которую выполняет сила поля, перемещающая единицу массы (потенциал тяготения) или электрического заряда (потенциал электрический) из данной точки поля в точку, где потенциал считают равным нулю.

Потенциал – это скалярная величина, он также обладает таким свойством как аддитивность и может представлять собою совокупность нескольких структурно-объединённых носителей потенциала. Особенностью производственного потенциала города является то, что он имеет отраслевую структуру. К примеру, структурной составляющей этого потенциала является «потенциал производства услуг», который в свою очередь можно представить в виде групп объектов общественного обслуживания населения [4, с.20]. Следовательно, совокупный производственный потенциал города возможно представить графически в виде иерархической ветвящейся структуры составляющих (носителей) этого потенциала, объединённых в определённые классы, подклассы на основе определённых признаков. Принцип построения графической модели совокупного потенциала продемонстрирован на рис.1.

Такой подход позволяет собрать воедино и структурировать разрозненную информацию о качественных и количественных характеристиках носителей совокупного производственного потенциала города или об элементах городских инфраструктур.



Рис. 1. Принцип построения модели совокупного производственного потенциала города. Источник: авторская разработка на основе [4, с.20].

В результате такой систематизации информации о совокупном потенциале возможно представить всю «палитру» носителей производственного потенциала города с соответствующей степенью детализации и структурной подчиненности. При необходимости достижения определённого уровня детализации информации возможно как «разворачивать» так и «сворачивать» информацию о составляющих совокупного потенциала.

Предложенный подход позволяет далее перейти к формализации совокупного производственного потенциала в виде математической модели (1), позволяющей суммировать носители потенциала с учётом их детализации и структурной подчинённости, при условии, что все носители потенциала сведены «под одним знаменателем» благодаря одинаковым единицам измерения. В некоторых случаях такими единицами измерения могут быть, к примеру, количественные показатели ёмкости учреждений. Но для общего случая оценки всего совокупного производственного потенциала города удобно использовать денежные единицы измерения. Такое измерение носителей потенциала является вполне естественным, поскольку потенциал косвенно выражает работу, которую необходимо «выполнить» для получения (создание, подготовки, удержания) определённого носителя потенциала. Например, сегодня известна стоимость подготовки студента определённой специальности,

или известны расходы, которые необходимо осуществить для содержания и воспитания ребенка определенного возраста, не говоря уже о применении денежной оценки к объектам недвижимости и другим элементам городских инфраструктур.

В работе [10] разработан алгоритм расчета совокупного потенциала P_{Σ} градостроительных систем, а также графическая модель такого потенциала в виде ветвящейся структуры (рис.1). В общем виде алгоритм построения структурно-графической модели и расчёта совокупного потенциала может быть представлен в виде математической модели (1):

$$P_{\Sigma} = \sum_{l=1}^L \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \dots \sum_{q=1}^Q P_{lmn\dots q} + \dots + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J P_{ij} + \sum_{t=1}^T P_t, \quad (1)$$

где: $l, m, n, \dots, q; i, j, t$ – индексы, которые присваиваются некоторой структурной единице потенциала, созданного группой типовых объектов, объединённых по определённому признаку.

Рассмотрим далее на демонстрационном примере алгоритм построения математической и графической моделей для заданной разновидности производственного потенциала города.

Пример 1. Пусть необходимо оценить совокупный потенциал производства услуг в некотором городе A . В качестве структурных составляющих этого потенциала могут быть выделены следующие носители (учреждения общественного обслуживания населения), объединённые в группы на основании общих признаков:

- группа №1: учебно-воспитательные учреждения (дошкольное учреждение, общеобразовательная школа, ПТУ – 3 единицы потенциала);
- группа №2: предприятия торговли и общественного питания (продуктовый рынок, универмаг, кафе, ресторан – 4 единицы потенциала);
- группа №3: культурно – зрелищные объекты и сооружения (библиотека, кинотеатр, храм – 3 единицы потенциала);
- группа №4: физкультурно-оздоровительные учреждения (крытый бассейн, фитнес клуб – 2 единицы потенциала);
- группа №5: объекты здравоохранения и отдыха. В свою очередь группа №5 делится на две подгруппы:
 - учреждения здравоохранения (больница, поликлиника, аптека, медицинский диагностический центр – 4 единицы потенциала);

- санаторно-курортные учреждения (санаторий, санаторий-профилакторий – 2 единицы потенциала).

Для этого случая математическая модель (1), которая описывает структуру совокупного потенциала производства услуг в городе A , будет иметь следующий вид (2):

$$P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^4 P_{ij} + \sum_{k=1}^3 P_k + \sum_{l=1}^4 P_l + \sum_{m=1}^3 P_m + \sum_{n=1}^2 P_n, \quad (2)$$

если одновременно выполняется условие $i = 2; j = 3, 4$ то $P_{ij} = 0$

где: P_{ij} – потенциал группы объектов здравоохранения и отдыха; P_k – потенциал группы учебно-воспитательных учреждений; P_l – потенциал группы предприятий торговли и общественного питания; P_m – потенциал группы зрелищных объектов и сооружений; P_n – потенциал группы физкультурно-оздоровительных учреждений.

В соответствии с математической моделью (2) разработано структурно-графическую модель (рис.2).

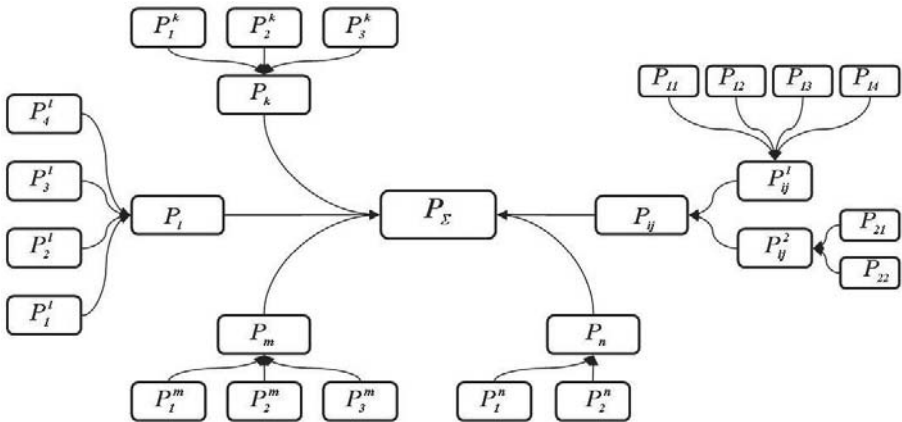


Рис.2 Структурно-графическая модель совокупного потенциала производства услуг города A .

Источник: авторская разработка на основе [10, 11].

Новизна предложенного метода заключается в возможности построить структурно-графическую модель определённой разновидности потенциала в полном соответствии с её математической моделью (1).

Интерпретация результатов исследования закономерностей формирования поля потенциала интенсивности тяготения к объектам обслуживания населения с использованием системы компьютерной математики MATLAB.

В работе [4, с.48] в результате выполнения колоссальных по трудоёмкости экспериментальных исследований были изучены закономерности формирования зон обслуживания предприятиями торговли различных уровней (рис.3). На основе экспериментальных данных были рассчитаны кривые, описывающие особенности изменения привлекательности объекта торговли для населения с учётом расстояния между окружающими населёнными местами и центрами различных уровней с предприятиями торговли. Падение кривой, характеризующей интенсивность потока мигрантов в зависимости от дальности поездки к торговым центрам крупнейшего города, свидетельствует о том, что по мере удаления от города происходит сокращение как абсолютной численности проезжающих, так и их количества, приходящего на единицу территории зоны [4, с.48].

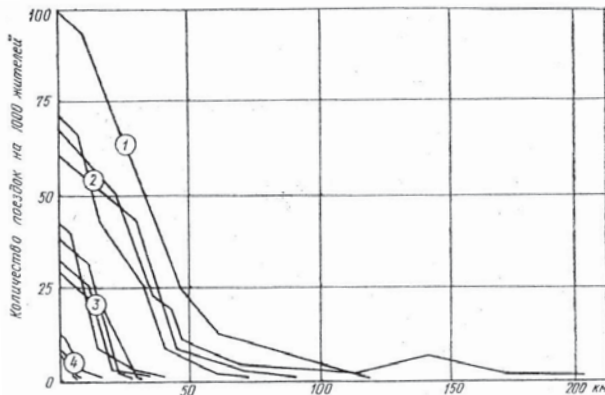


Рис. 3. Интенсивность тяготения (количество поездок на 1 тыс. жит.) 1 – 4 – центры соответственно региональный (межобластной), областной (межрайонный), районный (местный), первичный. Источник: [4, с. 48].

Благодаря развитию современных вычислительных средств сегодня появились возможности интерпретировать описанные выше результаты экспериментальных исследований в виде трёхмерных графиков распределения поля потенциала интенсивности тяготения. В качестве среды для построения трёхмерных графиков предлагается использовать систему компьютерной математики MATLAB. Для расчета поля потенциала в системе MATLAB необходимо найти аналитическую функцию, график которой будет

соответствовать полученным кривым на рис. 3 в работе [4]. Такой функцией является функция Гаусса (3):

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} + \delta, \quad (3)$$

где параметры μ и σ – вещественные числа, δ – калибровочная константа.

Далее была проведена аппроксимация экспериментальных данных интенсивности тяготения кривыми Гаусса (рис. 4) и вычислены параметры μ и σ для функции Гаусса, нормированные графики которой (рис.4) соответствуют кривым на рис.3. Значение параметров $\mu = 0$; $\sigma = 2.8$; $\delta = 0.00166$.

На следующем этапе был разработан алгоритм построения поля потенциала интенсивности тяготения с использованием функции Гаусса в среде MATLAB и рассчитаны соответствующие графики (рис. 5-6). На рис. 7 рассчитаны линии равной доступности к потенциалу услуг.

Полученный трёхмерный график является полевой моделью распределения потенциала интенсивности тяготения населения к центру с услугами. Компьютерную модель, описывающую закономерности изменения интенсивности потоков покупателей в зависимости от расстояния между местом проживания и центром торговли, выявленные в работе [4, с.48], возможно далее применять для построения карт линий равной доступности к потенциалам услуг при решении задачи о размещении центров торговли. Как видно из характера полученного графика (рис.5) интенсивность потока покупателей уменьшается с увеличением расстояния. Это известное явление или закономерность, которую наблюдали и описали в своих теориях учёные эконом-географы [2].

В тоже время новизна и ценность полученной трёхмерной модели состоит в том, что она отражает максимально точно и более наглядно в пространстве реальные зависимости интенсивности посещений от расстояния и соответственно влияние центра торговли, выявленные в ходе трудоёмкого анализа огромного статистического материала. На основе полученного трёхмерного графика возможно определить значение этой интенсивности для любой точки пространства.

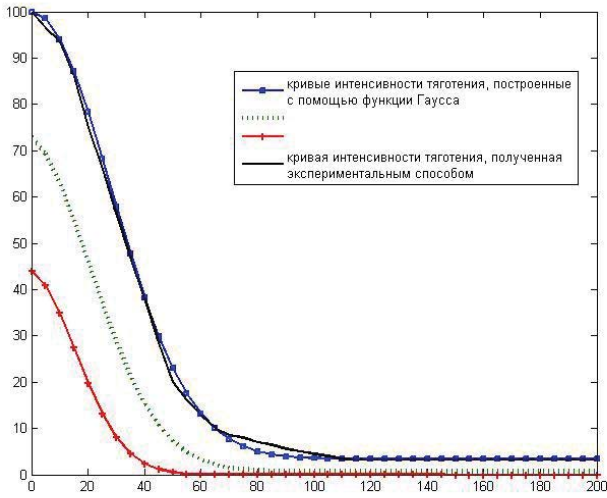


Рис.4.Графики функции Гаусса, описывающие интенсивность тяготения (количество поездок на 1 тыс. жителей).

Источник: рассчитано авторами.

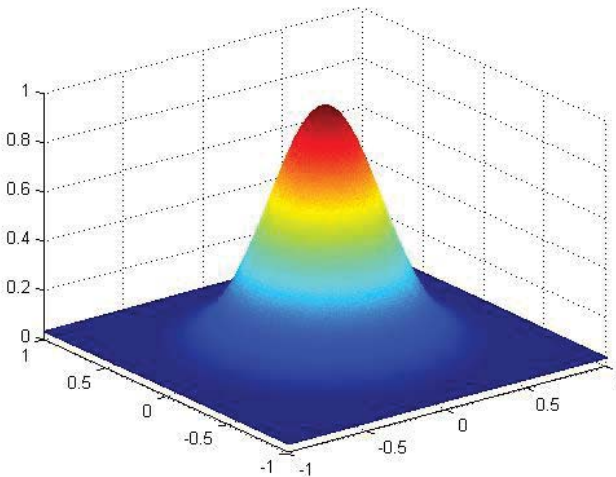


Рис.5. Пространственное распределение поля потенциала интенсивности тяготения(3Д график).

Источник: рассчитано авторами.

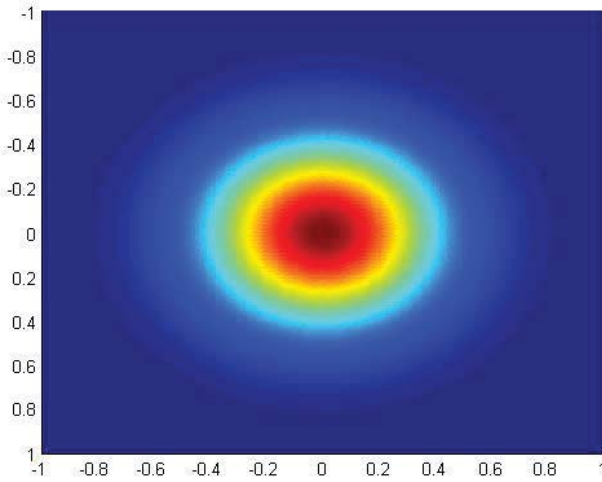


Рис. 6. Пространственное распределение поля потенциала интенсивности тяготения (2Д график).
Источник: рассчитано авторами.

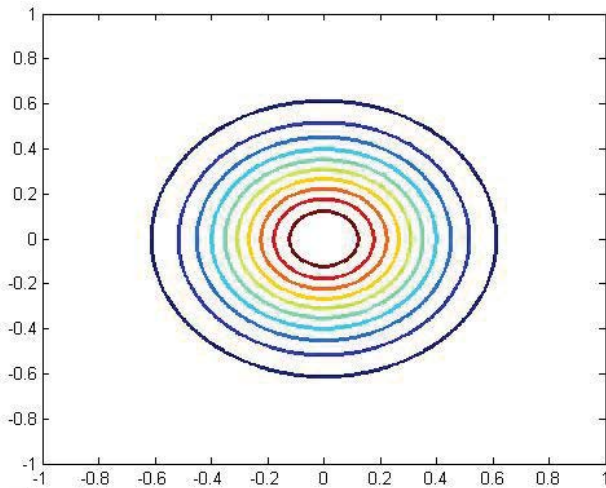


Рис. 7. Линии равной доступности к потенциалу услуг.
Источник: рассчитано авторами.

Заключення. Город является бесконечно сложным объектом для познания: это и сложнейшая социально-экономическая система с множеством нелинейных обратных связей между элементами; это также сложный инженерно-технический объект. Многообразие и многомерность города делает его объектом внимания различных предметных областей науки. Но любая теория, привлечённая объяснить или описать какие-то особенности, закономерности процессов развития или функционирования такого объекта, столкнётся с множеством плохо прогнозируемых факторов, со сложностью математической формализации исследуемых явлений адекватно реальности и соответственно сможет пролить свет только на некоторые стороны изучаемого объекта.

Управление функционированием и развитием градостроительных объектов – процесс упорядочения пространственных связей средствами рационального размещения системообразующих элементов [4,с.22]. Методы теории потенциала, описанные в этой статье и реализованные в среде компьютерной математики, позволяют по-новому взглянуть на решение задачи о размещении потенциалов услуг в городе. На примере продемонстрировано построение поля потенциала объекта торговли в среде MatLab, рассчитаны эквипотенциальные линии интенсивности поездок в торговый центр.

Предложенный подход к описанию совокупного производственного потенциала в городе имеет значение при формировании градостроительного банка данных и структурировании информации об элементах городских инфраструктур.

Методы теории потенциала позволяют повысить уровень обоснованности проектных решений. В то же время эффективность их применения зависит от того, насколько они согласовываются с различными градостроительными задачами, возникающими на разных этапах проектирования развития городов и региональных градостроительных систем. Поэтому важно не только развивать саму теорию потенциала в градостроительстве, но делать это также с оглядкой на реальный процесс градостроительного проектирования. Поэтому важной задачей является разработка системы методов потенциала, которые соотносятся со сложной иерархией задач градостроительного проектирования.

Список источников информации

1. Льюцци М. История физики. / Марио Льюцци. – Москва: Издательство «Мир», 1970. – 464 с.
2. Мерлен П. Город: количественные методы изучения: пер. с французского / Пьер Мерлен: [под ред. Ю.В. Медведкова]. – Москва: «Прогресс», 1977. – 261 с.
3. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства / А.Э. Гутнов. – Москва: Стройиздат, 1984. – 256с.

4. Дёмин Н.М. Управление развитие градостроительных систем / Н.М. Дёмин. – К.: Будивэльныйк, 1991. – 184 с.
5. Габрель М.М. Просторова організація містобудівних систем / М.М. Габрель. – К.: А.С.С., 2004. – 395 с.
6. D'Acci L. Mathematize urbes by humanizing them: Cities as Isobenefit Landscapes. Psycho-Economical distances and Isobenefit Lines [Електронний ресурс] / Luca D'Acci. – Режим доступа до статті: <http://arxiv.org/pdf/1307.3923.pdf>
7. D'Acci L. Isobenefit Lines, Breaking Point of equal attraction, Uniformity Benefit, Variety Value and Proximity Value, Preference Gap Gain. [Електронний ресурс] / Luca D'Acci. – Режим доступа до статті: <http://arxiv.org/pdf/1210.7510v2.pdf>
8. Гушин Ф.А. Описание интенсивности освоения территорий на основе правил землепользования и застройки [Електронный ресурс] / Ф.А. Гушин, А.Н. Гушин, С.И. Санок // Архитектон: известия вузов – 2012. – № 40. – Режим доступа к журн.: http://archvuz.ru/2012_4/19_4
9. Сосновский В.А. Прикладные методы градостроительных исследований / Сосновский В.А., Русакова Н.С.: Учеб. пособие. – Москва: «Архитектура-С», 2006. – 112 с.
10. Гоблик А.В. Оптимізація просторової організації територій в зоні підвищених ризиків: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.20 – “Містобудування і територіальне планування” / Гоблик Анна Вікторівна; Київський національний ун-т будівництва і архітектури. – Київ, 2006. – 20 с.
11. Гоблик А.В. Про алгоритм оцінки сукупного потенціалу просторової організації містобудівних систем // Геодезія, архітектура та будівництво: Матеріали І конференції молодих науковців ГАС – 2007. – Львів: Вид-во Національного університету “Львівська політехніка”, 2007. – С. 44 – 45.
12. Гоблик А.В. Польова модель містобудівної системи та її аналіз / М. М. Габрель, А.В. Гоблик // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. – К.: КНУБА, 2005. – Вип. 14. – С. 223 – 237.

Анотація

У статті зафіксовані основні напрямки розвитку та застосування методів теорії потенціалу в містобудуванні. З використанням сучасних комп'ютерних технологій отримана нова інтерпретація результатів дослідження закономірностей розподілу поля потенціалу послуг. Представлені результати математичної формалізації виробничого потенціалу міста.

Ключові слова: містобудівна система, виробничий потенціал, структурно-графічна модель, польова модель розподілу потенціалу.

Abstract

The article sets out the main directions of development and application of potential theory in the urban planning. With the use of modern computer technology a new interpretation of the research of the laws of field distribution potential services is received. The results of mathematical formalization of the production potential of the city are shown.

Keywords: urban planning system, production potential of city, structural and graphic model, the distribution of potential field model.