

УДК 711.1

А. В. Гоблик,

*к.т.н., доцент, докторант Киевского национального университета
строительства и архитектуры,*

Н. М. Дёмин,

*доктор архитектуры, профессор Киевского национального университета
строительства и архитектуры*

О МОДЕЛИРОВАНИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ТЯГОТЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ К ОБЪЕКТУ ОБЩЕСТВЕННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Аннотация: предложены методы создания компьютерной модели распределения поля интенсивности тяготения населения к центрам предоставления услуг с использованием ГИС - технологий и пакета компьютерной математики MATLAB.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, поле интенсивности тяготения, объект общественного обслуживания, градостроительная система.

Вступление. Одной из важнейших задач теории и практики градостроительства является задача о рациональной территориально-планировочной организации сферы общественного обслуживания населения. Проблеме разработки методологических основ пространственной организации сферы общественного обслуживания посвящено немалое количество научных работ [1-8]. Первостепенное значение при решении задачи о рациональном размещении объектов общественного обслуживания приобретает информация о процессах и закономерностях формирования зон обслуживания данных объектов. В результате анализа данных об интенсивности культурно-бытовых связей, соотнесённых с определённой зоной обслуживания, можно выделить территорию, отличающуюся повышенной активностью. Выделение зоны с повышенной активностью культурно-бытовых связей имеет не только научное, но и важное практическое значение, поскольку именно здесь формируется контингент населения, оказывающий существенное влияние на расчётную вместимость учреждения обслуживания и условий их размещения в планировочной структуре населённых мест [2, с.48]. Изучение подобных социально-пространственных явлений связано с трудоёмким сбором и обработкой огромного статистического материала, что в свою очередь представляет отдельную трудновыполнимую задачу.

В 1970 - 1972 г. Киев НИИПградостроительства [2, 34] было проведёно уникальное по своим масштабам и организации исследование: в ряде больших

и крупных городов Украины были изучены закономерности формирования зон обслуживания предприятий торговли. Для изучения зон обслуживания предприятий торговли привлекались материалы анкетного опроса покупателей в центральных городских универмагах, являющимися центрами массового притяжения иногородних покупателей [2, с.45-48]. На основе экспериментальных данных были установлены функциональные зависимости связывающие, с одной стороны, интенсивность потоков покупателей в торговые центры различных уровней и, с другой стороны, дальность поездки с места постоянного проживания (рис.1).

Следует отметить, что исследованные закономерности имеют не только важное научно-прикладное но и актуальное значение для решения задач, связанных с пространственной организацией сферы обслуживания населения. Однако, широкое применение полученных результатов в градостроительных целях возможно только с использованием методов компьютерного моделирования, поскольку именно они позволяют «проецировать» закономерности формирования зон обслуживания в практическую плоскость при разработке проектов территориально-планировочной организации объектов обслуживания населения. Вместе с тем, применение методов компьютерного моделирования во время выполнения описанного выше исследования [2, с.45-48] было ограничено недостаточным уровнем развития средств вычислительной техники и программного обеспечения. Только в настоящее время, благодаря стремительному развитию ГИС – технологий и пакетов компьютерной математики, открылись новые возможности реализовать в полной мере идею такого исследования для создания инструментов моделирования и анализа социально-пространственных явлений, применение которых в градостроительном проектировании будет содействовать повышению уровня обоснованности проектных решений.

Поэтому *целью* данной статьи является разработка компьютерной модели распределения поля интенсивности тяготения ($\vec{I}_m$) населения к центру его обслуживания с использованием результатов исследования количественных закономерностей формирования зон обслуживания, полученных в работе [2].

Проблема создания компьютерной модели распределения поля интенсивности тяготения была частично решена авторами статьи в работе [9] с использованием пакета компьютерной математики MATLAB.

Уточним, что $\vec{I}_m$ – векторная величина, модуль которой характеризует величину тяготения населения в определённой точке градостроительного пространства к центру с услугами (к объекту общественного обслуживания).

Измеряется модуль вектора $\vec{I}_m$ отношением количества поездок N на 1000 жителей определённого населённого пункта [2, с.48].

Если далее, какой-либо точке $M(x,y,z)$ в системе пространственных координат (x,y,z) сопоставить векторную величину $\vec{I}_m$, то получим по определению [10] векторное поле.

Для моделирования такого поля в системе MATLAB была найдена в аналитическом виде функция, график которой (рис.2) с высокой точностью совпадает с экспериментальными графиками работы [2, с.48] (рис. 1), которые описывают зависимость величины модуля вектора $\vec{I}_m$ от расстояния к центру с услугами. Такой функцией оказалась функция Гаусса, описываемая выражением (1):

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

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

Высокая степень аппроксимации экспериментальных данных интенсивности тяготения кривыми Гаусса (рис. 1-2) обеспечена соответствующим подбором параметров μ и σ формулы (1).

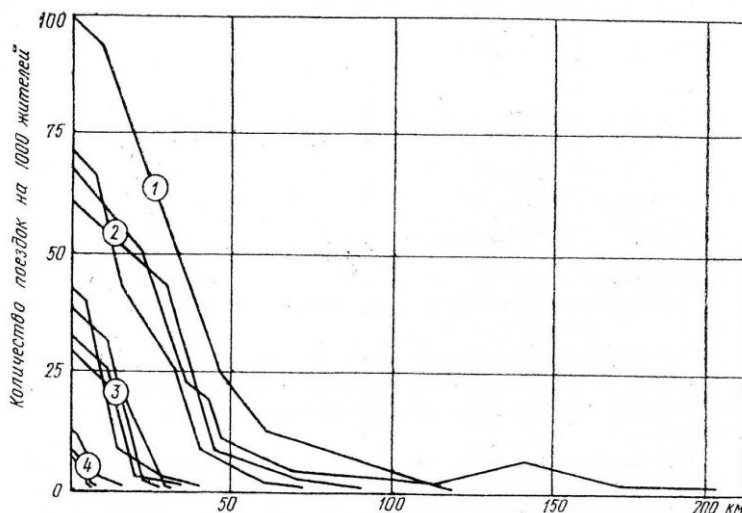
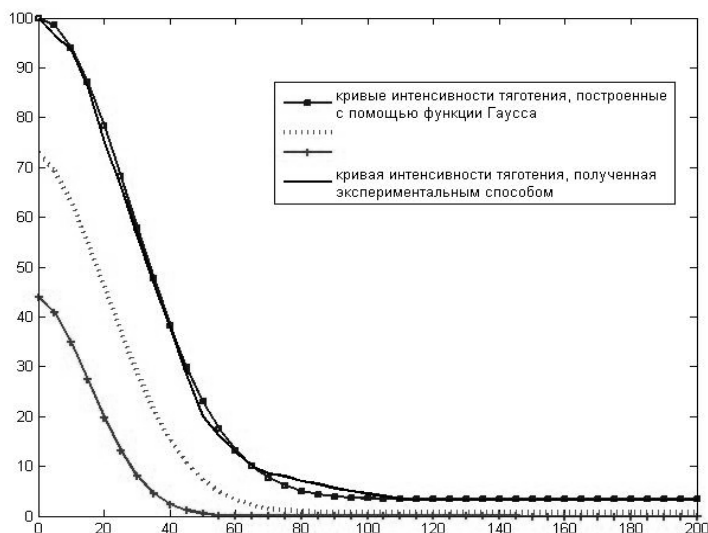
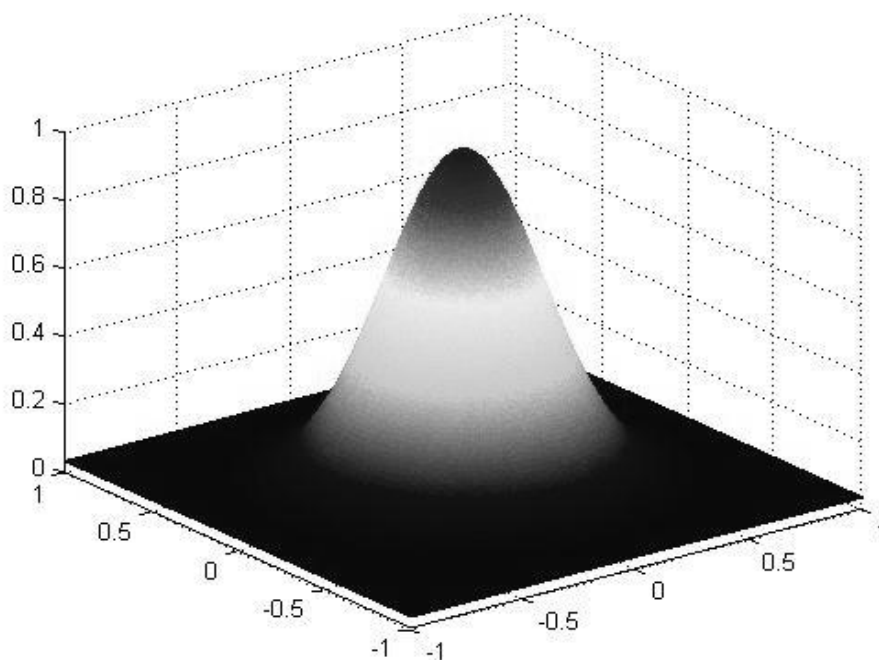


Рис. 1. Интенсивность тяготения (количество поездок на 1 тыс. жит.) 1-4 – центры соответственно региональный (межобластной), областной (межрайонный), районный (местный), первичный. Источник: [2, с. 48].



*Рис. 2. Графики функции Гаусса, описывающие интенсивность тяготения (количество поездок на 1 тыс. жителей).
Источник: рассчитано авторами [9].*

Далее, используя математическую модель (1), были разработаны алгоритм и компьютерная программа в среде MATLAB для построения пространственного распределения $I_m(x,y,z)$ в виде трёхмерного графика (рис.3). Этот график является полевой моделью распределения интенсивности тяготения населения к центру с услугами (к объекту общественного обслуживания).



*Рис.3. Пространственное распределение поля интенсивности тяготения населения к центру с услугами (3D график).
Источник: рассчитано авторами.*

С математической точки зрения решение задачи является идеальным в том смысле, что такая модель определяет значение интенсивности тяготения населения к торговому центру в случае одинаковой радиальной (по прямой линии) пространственно - временной доступности. Однако на практике всё складывается иначе. Реальная конфигурация транспортной сети, виды транспорта, качество дорог оказывают существенное влияние на время доступности населения к торговому центру и соответственно также влияют на интенсивность потоков покупателей. Поэтому для градостроительных задач важное значение имеет пространственная визуализация распределения поля $I_m(x,y,z)$ с учётом реальной конфигурации дорожных сетей и транспортной доступности населения. Таким образом актуальное значение приобретает решение задачи географической привязки данных о количестве поездок на 1000 жителей с учётом реальной транспортной доступности.

Решение поставленной задачи реализовано в среде программных продуктов ArcGIS и MATLAB, что определяет новизну данного исследования.

Рассмотрим далее на демонстрационном примере методику построения модели поверхностного распределения интенсивности тяготения населения к центрам предоставления услуг с учётом транспортной доступности.

На первом этапе необходимо вычислить зоны транспортной доступности или зоны обслуживания торгового центра с некоторым заданным пространственно-временным интервалом. Для этих целей в работе использован дополнительный модуль ArcGIS – Network Analyst, который позволяет решать широкий спектр задач на основе анализа пространственных сетей (дорог, линий коммуникаций, городских улиц, рек и др.). Одной из функциональных возможностей модуля является вычисление размеров и конфигурации зон обслуживания (Service area) вокруг заданных центров (местоположений) с учётом особенностей транспортной сети. В качестве исходных данных для расчёта зон используется параметр времени перемещения либо расстояния. Приложение позволяет построить полигон времени езды – регион, который охватывает все доступные улицы (дороги), которые можно достичь за указанное время езды от заданной точки. Аналогичным способом можно построить зону обслуживания, где в качестве метрики времени может выступать расстояние в метрах по дорожной сети от целевой точки, при условии, что скорость движения по всем элементам транспортной сети одинакова [11].

Ключевым параметром при вычислении зон транспортной доступности или зон обслуживания торгового центра в нашем демонстрационном примере является показатель длины пути по дорожной сети, поскольку экспериментальные данные, полученные в работе [2, с.48] отражают

зависимость количества поездок на 1000 жителей от расстояния, которое преодолевают покупатели до торгового центра. Поэтому в нашем расчёте предполагается, что все дороги равнозначны с точки зрения загруженности, пропускной способности и средней скорости движения.

Исходные данные для построения полигонов доступности были взяты из открытых источников. Благодаря международному проекту OpenStreetMap (*OpenStreetMap* (дословно «открытая карта улиц»), сокращённо *OSM* – некоммерческий веб-картографический проект по созданию силами сообщества участников-пользователей Интернета подробной свободной и бесплатной географической карты мира.) для демонстрационного примера был получен фрагмент карты с данными о дорожной сети, на основании которых далее был создан граф дорожной сети, необходимый для вычисления полигонов доступности.

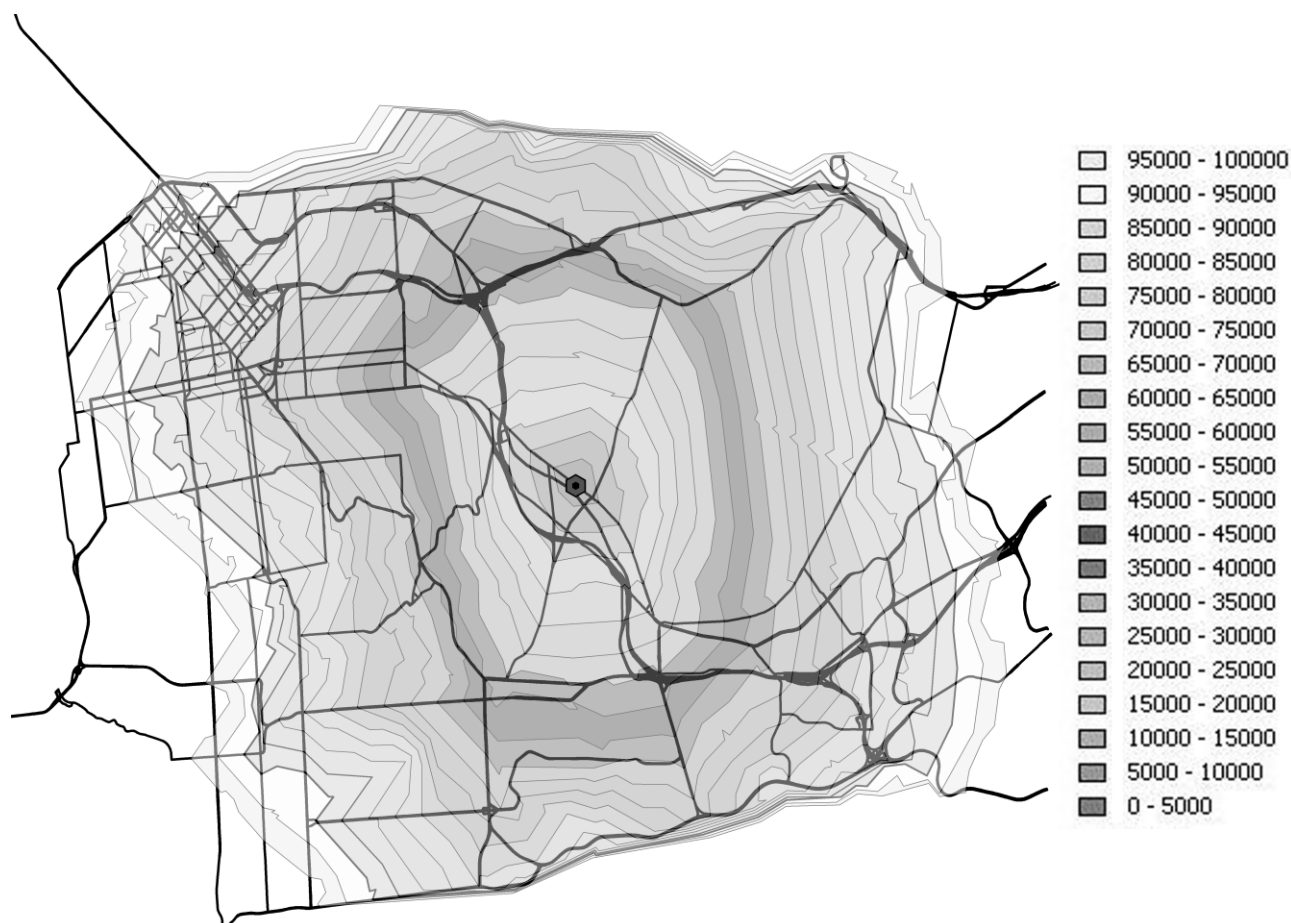


Рис.4. Карта зон транспортной доступности торгового центра (интервал построения зон – через каждые 5000 м), создана с помощью приложения Network Analyst ArcGIS.

На рис.4 представлена схема зон транспортної доступності в межах 100 км від центра торгівлі. Полігони розраховані навколо заданного центра – місцеположення торгового об'єкта з інтервалом 5 км шляхи по дорожній мережі.

Отриману карту полігонів транспортної доступності можна використовувати як топооснову для виконання розрахунків шляхом «прив'язування» до них різних показників – в нашому випадку це показники кількості поїздок на 1000 жителів в міжобласний торговий центр в залежності від відстані до об'єкта торгівлі. Для цих цілей в середі MATLAB були розраховані значення функції інтенсивності тяготіння (ось Y) для заданих величин відстаней до центра торгівлі в точці x0 (ось X), рис.2. Результати вирахувань зведені в таблицю 1.

Таблиця 1

Показники кількості поїздок на 1000 жителів в міжобласний торговий центр в залежності від відстані до об'єкта торгівлі*

№	Відстань до об'єкта торгівлі, км (зони однакової транспортної доступності, км)	Інтенсивність тяготіння (кількість поїздок на 1 тис. жителів в міжобласний торговий центр)
1	0	100
2	5	96.50
3	10	93.50
4	15	86.00
5	20	75.00
6	25	66.00
7	30	56.50
8	35	47.00
9	40	38.00
10	45	28.50
11	50	20.00
12	55	16.00
13	60	12.80
14	65	10.00
15	70	8.50
16	75	8.00
17	80	7.00
18	85	6.40
19	90	5.60
20	95	5.00
21	100	4.50

* Розраховано авторами статті на основі результатів робіт [2, 9].

Полученные количественные данные об интенсивности тяготения в заданных зонах обслуживания были внесены в таблицу атрибутивных данных зон одинаковой доступности в среде ArcGIS, что позволило на следующем этапе построить ступенчатый 3D график и визуализировать зависимость количества поездок на 1000 жителей от расстояния до объекта торговли (рис.5).

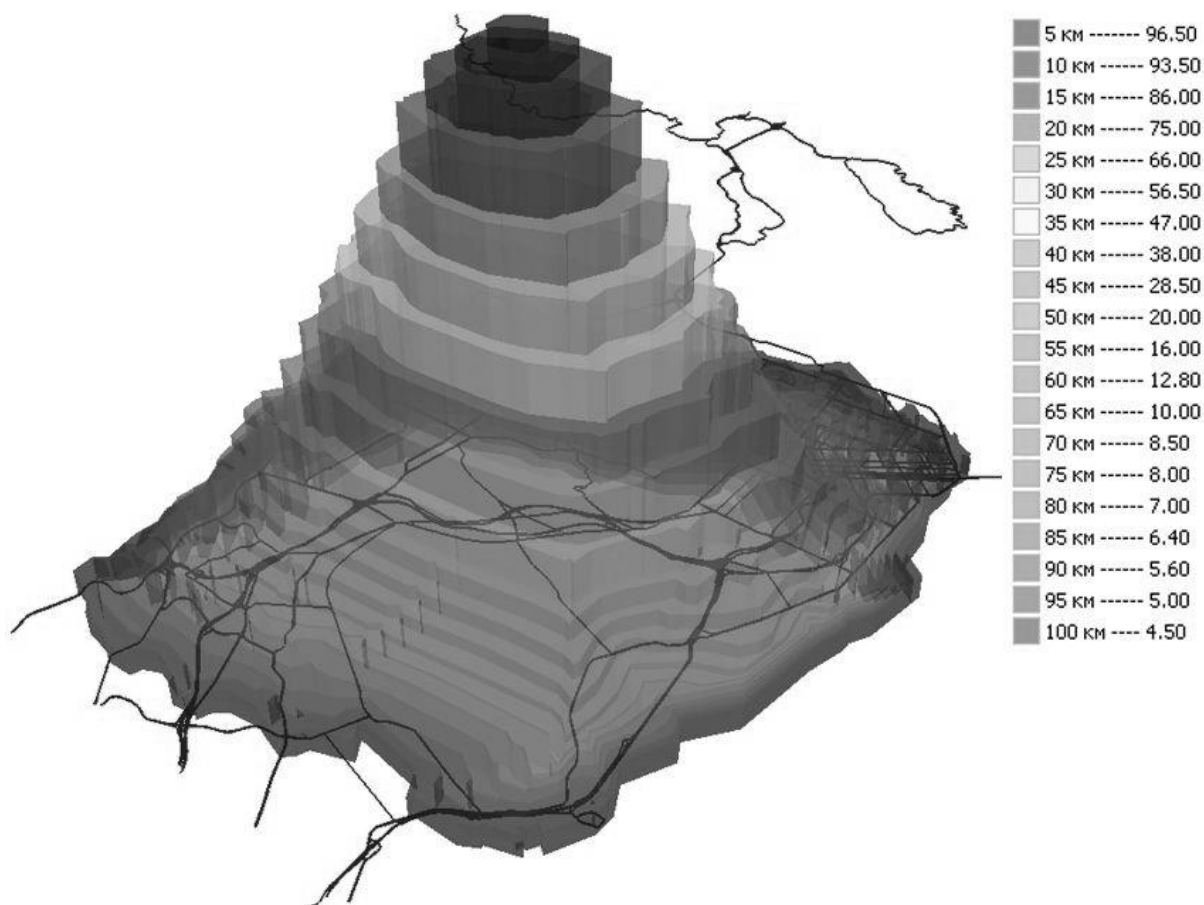


Рис.5. 3D график зависимости количества поездок на 1000 жителей от расстояния до объекта торговли, построенный в среде ArcGIS

На основании полученного набора изолиний (контуров зон транспортной доступности), которые характеризуют пространственное распределение некого параметра Z (показателя интенсивности тяготения) в среде ArcGIS можно построить также интерполированную поверхность, по аналогии создания 3D модели рельефа земной поверхности с использованием линий горизонталей и значений их высот. Аналогично визуализировать пространственные данные в виде 3D графиков возможно в среде пакета MATLAB (рис. 6).

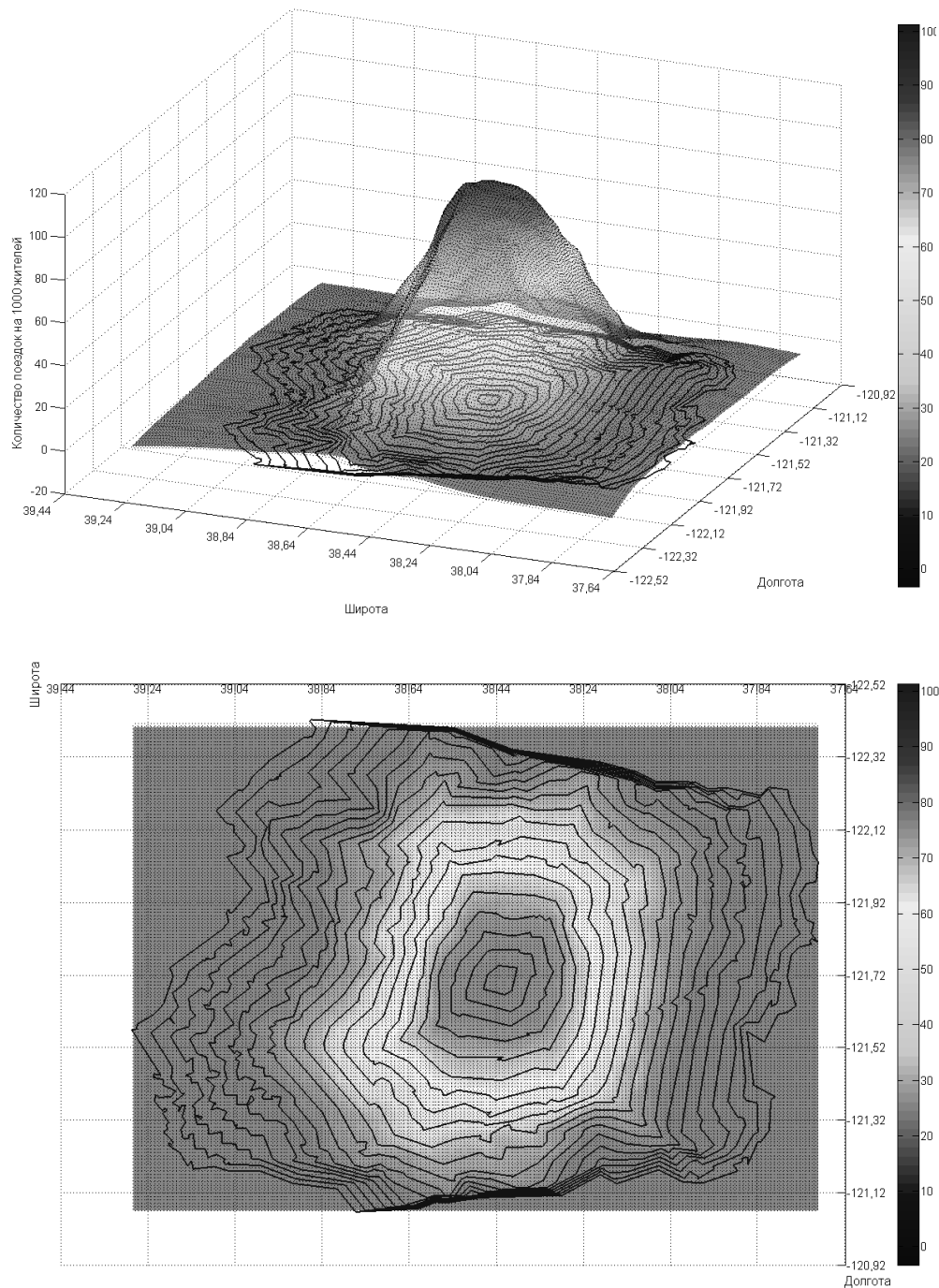


Рис. 6 Графики интенсивности тяготения (зависимость количества поездок в торговый центр на 1 тыс. жителей от расстояния), построенные в среде MATLAB.

Источник: рассчитано авторами статьи.

Заключение. Предложенные методы позволяют построить компьютерную модель, отражающую пространственно непрерывное явление – поверхностное распределение интенсивности тяготения населения к центру торговли с учётом реальной транспортной доступности.

Новизна и ценность предложенного метода заключается в том, что для любой территории, на которой планируется реализация проектов учреждений

общественного обслуживания, можно создать модель распределения поля интенсивности тяготения с учётом реальных исследованных количественных закономерностей процессов формирования зон обслуживания подобных объектов. Такое моделирование позволит более точно определять необходимую ёмкость учреждений обслуживания населения, обосновать условия размещения проектируемого объекта, при необходимости обосновать развитие транспортной сети с целью повышения уровня транспортной доступности и многое другое.

Список источников информации

1. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства / А. Э. Гутнов. – Москва: Стройиздат, 1984. – 256с.
2. Дёмин Н.М. Управление развитие градостроительных систем / Н. М. Дёмин. – К.: Будивэльнык, 1991. – 184 с.
3. Заблоцкий Г.А. Принципы определения границ и членения территориальных объектов / Г. А. Заблоцкий // Математические методы решения комплексных задач градостроительного проектирования. – Москва, 1977. – С.14-17.
4. Мерлен П. Город: количественные методы изучения: пер. с французского / Пьер Мерлен: [под ред. Ю.В. Медведкова]. – Москва: «Прогресс», 1977. – 261 с.
5. Містобудування. Довідник проектувальника / за ред. Т. Ф. Панченко. – Київ, Укрархбудінформ, 2001. – 192 с.
6. Радомский В. А. Совершенствование территориальной организации бытового обслуживания населения: дис. на соискание учён. степени канд. экон. наук: спец. 08.00.04 – «Экономика районов СССР, размещение производительных сил СССР» / Радомский Владимир Антонович; Академия Наук УССР. – Киев, 1984. – 190 с.
7. Сосновский В. А. Прикладные методы градостроительных исследований / Сосновский В. А., Русакова Н. С.: Учеб. пособие. – Москва: «Архитектура-С», 2006. – 112 с.
8. ДБН 360-92** «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень». – Київ, Укрархбудінформ, 2002.
9. Дёмин Н. М., Гоблик А. В. О применении методов теории потенциала в градостроительных задачах / Н. М. Дёмин, А. В. Гоблик // Містобудування та територіальне планування. – К.: КНУБА, 2013. – Вип. 50. – С. 140-154.
10. Кальницкий Л. А. Специальный курс высшей математики: прикладные вопросы анализа [Текст]: учеб. пособие для студ. втузов / Л. А. Кальницкий, Д. А. Добротин, В. Ф. Жевержеев. - Москва: Высшая школа, 1976. - 389 с.
11. Маляренко И. Построение карты изохрон [Электронный ресурс] / Илья Маляренко // Пекарня идей. – Режим доступа к статье: <http://www.i-bakery.ru/page/postroenie-karto-izohron>

Анотація

Запропоновано методи створення комп'ютерної моделі розподілу поля інтенсивності тяжіння населення до центрів надання послуг з використанням ГІС - технологій та пакету комп'ютерної математики MATLAB.

Ключові слова: комп'ютерне моделювання, поле інтенсивності тяжіння, об'єкт громадського обслуговування, містобудівна система.

Abstract

This article represents the technique of creating a computer model of the distribution of the field of intensity of population gravity to the centers of public services using GIS - technology and program MATLAB.

Keywords: computer model, field intensity of gravity, public services, urban planning system.

УДК 711.5

*канд. арх. В. О. Огоньок, Ю. В. Огоньок,
НУ «Львівська політехніка»*

ІСТОРІЯ, ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ РЕФОРМУВАННЯ І РОЗВИТКУ СОЦІАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНСЬКОГО СЕЛА

Анотація: розглянуто історію, охарактеризовано сучасний стан і проблеми соціальної інфраструктури сіл в Україні. Окреслено шляхи її реформування та розвитку, які включають адміністративно-правові, соціально-економічні та архітектурно-містобудівні зміни.

Ключові слова: соціальна інфраструктура сіл, міжпоселенське розселення, об'єкти соціального призначення.

Вступ. Матеріально-речовою базою соціальної сфери села виступає соціальна інфраструктура. Саме вона забезпечує матеріальні умови для життєдіяльності людини. До об'єктів соціальної інфраструктури, як правило, відносять підприємства торгівлі й громадського харчування на селі, школи й інші навчальні та дошкільні, культурні, спортивні, оздоровчі й медичні заклади та установи, комунально-побутові об'єкти, сільські шляхи сполучень. Інколи соціальною інфраструктурою вважається житловий фонд. У світовій практиці, в т.ч. і в Україні, широко використовуються як загальні, так і розрахункові показники, що характеризують стан, забезпеченість і перспективи розвитку соціальної інфраструктури. Це суттєві показники суспільного прогресу —