

СЕКЦИЯ 5

СОВРЕМЕННЫЕ МОБИЛЬНЫЕ И ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИИ

*Д. Р. ГУСЕВ, А. А. КАМЫШЕВА, А. В. ПАВЛИК,
Л. Н. БАКАНОВСКАЯ, Т. Ю. ЧЕРНЫШЕВА*

Тюменский государственный университет, г. Тюмень

УДК 004.94

РАЗРАБОТКА ПЛАГИНА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ХАФФА В ПРОЕКТАХ QGIS

Аннотация. В статье описана разработка плагина для QGIS, позволяющего провести анализ данных с помощью гравитационной модели Хаффа. Приведен результат работы плагина на карте.

Ключевые слова: плагин, расширение, QGIS, гравитационная модель, модель Хаффа, геомаркетинг, пространственный анализ, Python.

Введение. В современных геоинформационных системах (ГИС) становятся все более востребованными математические выкладки и расчеты [1]. Такие инструменты позволяют анализировать пространственные взаимосвязи и прогнозировать потоки данных или перемещения в различных сценариях. Один из таких инструментов — гравитационная модель Хаффа, которая находит применение в прогнозировании потока потребителей к поставщикам услуг или торговым точкам. В данной статье представлена разработка плагина для геоинформационной системы QGIS [2], который позволяет применять гравитационную модель Хаффа для анализа данных [3].

Проблема исследования. В QGIS отсутствовал удобный инструмент для анализа пространственных взаимосвязей с использованием гравитационной модели Хаффа, что затрудняло проведение подобных анализов для пользователей этой системы. Целью данного исследования является разработка плагина для QGIS, который позволил бы пользователям легко применять гравитационную модель Хаффа для анализа и прогнозирования потоков между точками на карте.

Материалы и методы исследования. В основе плагина лежит гравитационная модель Хаффа, которая рассчитывает вероятность того, что потребитель пойдет за товаром или услугой к определенному поставщику. Расчеты производятся на основе привлекательности поставщика (в основном размер), удаленности от потребителя, а также некоторых коэффициентов, регулирующих влияние этих двух параметров. Общая формула выглядит так:

$$H_{ij} = \frac{A_j^\alpha D_{ij}^{-\beta}}{\sum_{j=1}^n A_j^\alpha D_{ij}^{-\beta}}, \quad (1)$$

где H_{ij} — вероятность посещения потребителем i поставщика j ;

A_j — мера привлекательности поставщика j ;

D_{ij} — расстояние между потребителем i и поставщиком j ;

α — коэффициент влияния привлекательности;

β — коэффициент влияния расстояния;

n — количество поставщиков.

Однако в нашем плагине также существует параметр для задания максимального расстояния, которое потребитель готов пройти до поставщика. Если расстояние превышает указанное, то вероятность обращения потребителя к данному поставщику равняется нулю.

Затем, зная для каждого потребителя вероятность посещения им каждого поставщика, можно рассчитать поток потребителей к поставщику, учитывая меру значимости потребителя или же точки спроса (например, кол-во жителей в жилом доме):

$$W_j = \sum_{i=1}^n B_i H_{ij}, \quad (2)$$

где W_j — поток потребителей поставщика j ,

B_i — мера значимости потребителя i ,

H_{ij} — вероятность посещения потребителем i поставщика j ,

n — количество потребителей.

Для создания оболочки плагина был использован инструмент Plugin Builder, предоставляемый QGIS. Он генерирует начальный набор файлов плагина для интеграции в среду системы.

Для разработки функциональности плагина был использован API QGIS на языке программирования Python, который обеспечивает удобный доступ к функционалу QGIS и предоставляет широкий набор инструментов для работы с пространственными данными [4].

Для разработки интерфейса использовался Qt Designer [5], так как с помощью него создан основной пользовательский интерфейс в QGIS. Это обеспечит высокую совместимость и интеграцию.

Авторами спроектирован и разработан интерфейс плагина. Он состоит из одного диалогового окна с двумя вкладками — «Анализ» и «Диаграмма». Первая вкладка представляет из себя форму с параметрами модели и кнопкой запуска ее построения. На второй вкладке располагается круговая диаграмма, которая будет отображать распределение потребителей среди поставщиков. Разработанный интерфейс плагина представлен на рис. 1.

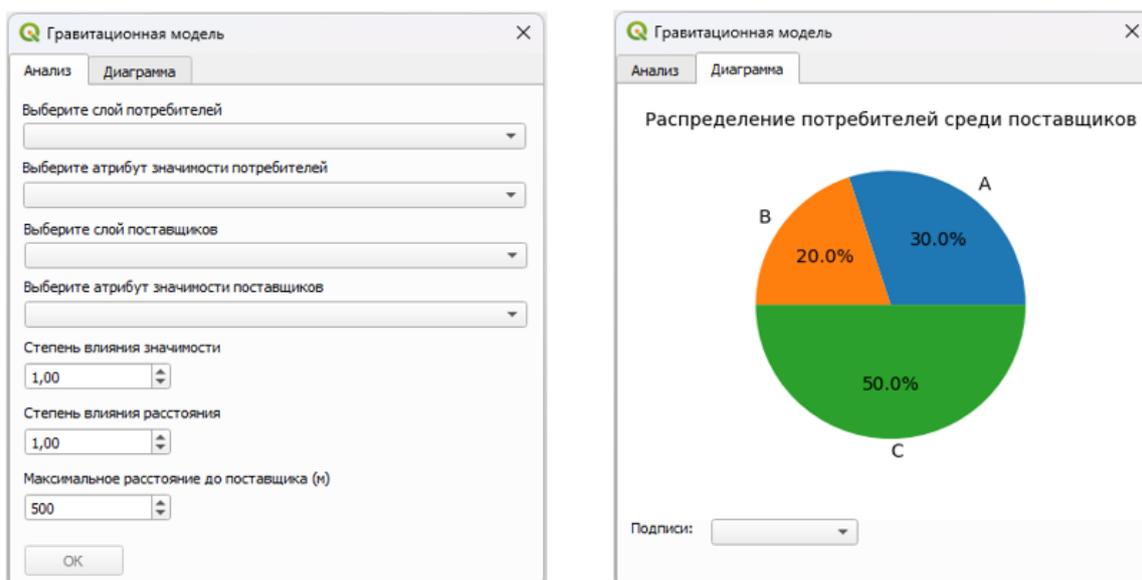


Рис. 1. Пользовательский интерфейс плагина

Затем написан функционал плагина, в частности алгоритм самой гравитационной модели, производящий расчеты, используя заданные пользователем параметры.

Результаты. На рис. 2 представлен пример исходных данных, это слой точек спроса — жилые дома с атрибутом значимости количество жителей (желтый цвет) и слой поставщиков — торговые центры с атрибутом привлекательности размер (синий цвет).

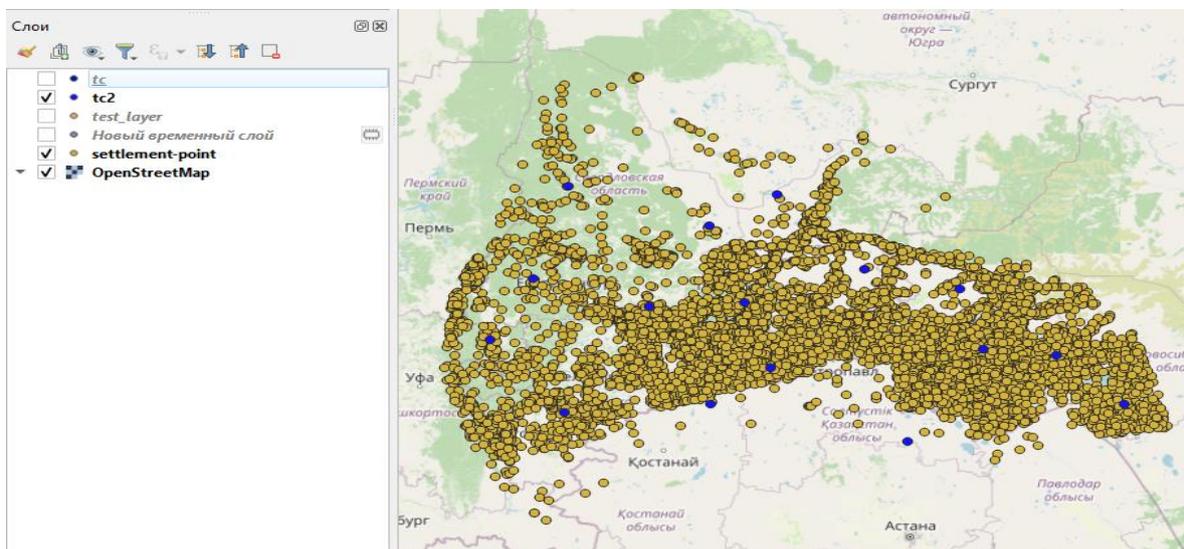


Рис. 2. Исходные данные

Результат работы плагина представлен на рис. 3. Создается новая группа слоев с рассчитанным потоком потребителей поставщиков, по которому можно судить об удачности расположения точки.

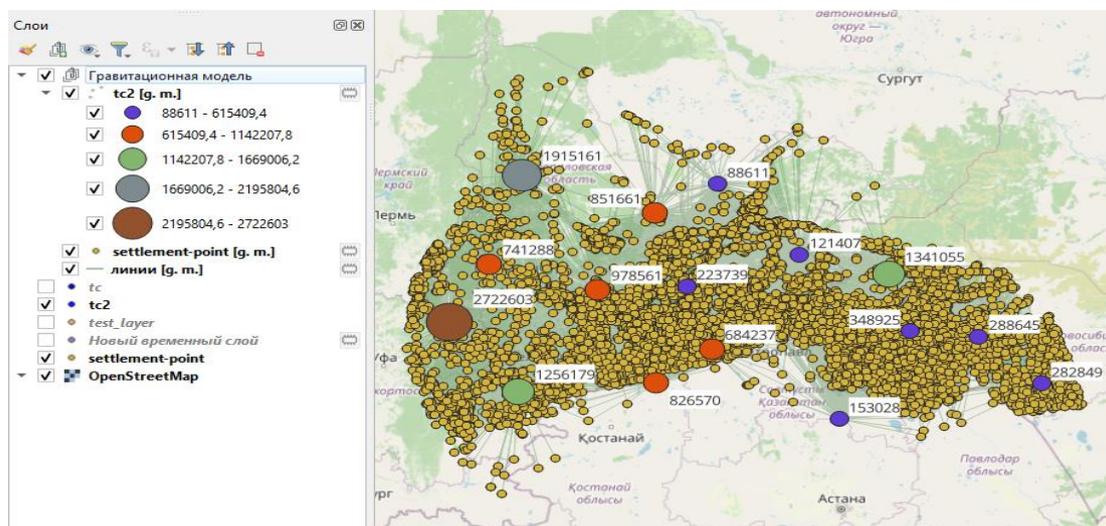


Рис. 3. Результат работы плагина

Также для каждой точки спроса рассчитана и сохранена вероятность обращения к конкретному поставщику. В соответствующей вкладке плагина можно посмотреть диаграмму распределения потребителей среди поставщиков, кликнув на необходимую точку слоя. Пример показан на рис. 4.

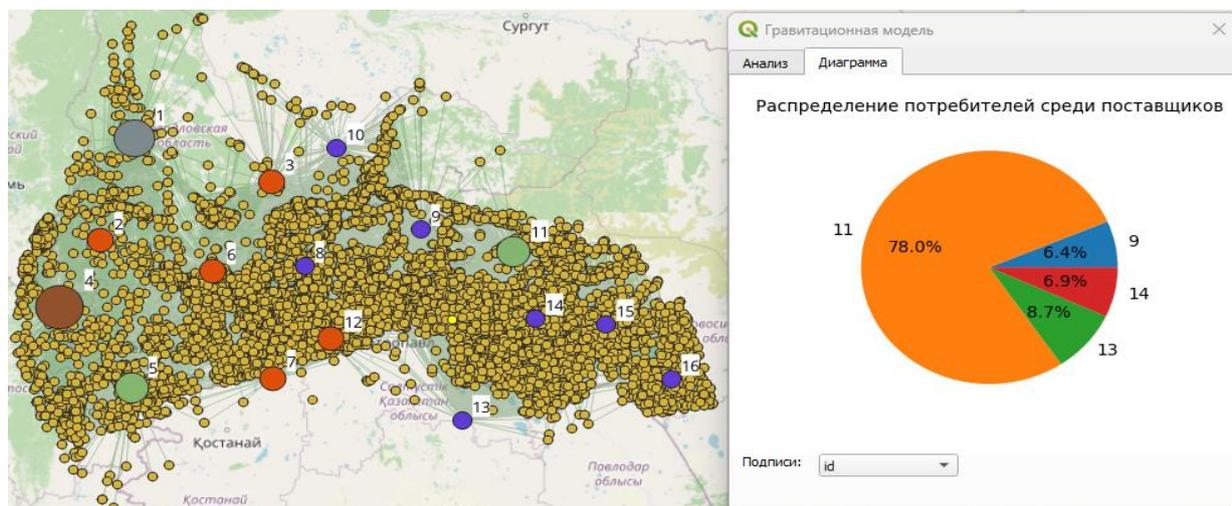


Рис. 4. Отображение диаграммы распределения для точки спроса

Заключение. Разработан плагин, который дополняет имеющийся функционал QGIS и позволяет использовать гравитационную модель Хаффа в анализе своих данных. В дальнейшем планируется расширение плагина другими математическими моделями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chernysheva T.Y. Information systems project risk assessment: expert approach / T.Y. Chernysheva, E.V. Gnedash, T.Y. Zorina, N.V. Lenskaya. — Direct text // Applied Mechanics and Materials. — 2014. — Vol. 682. P. 539-543.
2. QGIS: официальный сайт. — URL: <https://qgis.org> (дата обращения: 05.05.2024). — Текст: электронный.
3. David L. Huff. Parameter Estimation in the Huff Model. — URL: <https://www.esri.com/news/arcuser/1003/files/huff.pdf> (date of the application: 05.05.2024). — Текст: электронный.
4. QGIS Python API: официальный сайт. — URL: <https://qgis.org/pyqgis/master/> (дата обращения 05.05.2024). — Текст: электронный.
5. QT Designer Manual: официальный сайт. — URL: <https://doc.qt.io/qt-6/qt designer-manual.html> (дата обращения: 05.05.2024). — Текст: электронный.