

УДК 004.021

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОЦЕНКА ДОСТУПНОСТИ ОБЪЕКТОВ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ИЗОХРОННОГО АНАЛИЗА

Осипова В.В. (ИТМО)

Научный руководитель – профессор, доктор экономических наук,

Максимова Т.Г. (ИТМО)

**Введение.** Обеспечение нормативной доступности социальных объектов (детских садов, школ, ФАПов) – ключевая задача устойчивого развития, особенно актуальная для сельских и малонаселенных территорий с низкой плотностью застройки [1]. Традиционные методы оценки (буферный анализ) не учитывают реальную дорожную сеть, что приводит к необъективным результатам [2]. Зарубежный и отечественный опыт [3, 4] свидетельствует о преимуществах изохронного моделирования в ГИС для решения этой проблемы. Однако отсутствие автоматизированных инструментов, адаптированных к российским нормативам и условиям низкой плотности, делает процесс анализа трудоемким. Существует научная проблема в необходимости разработки автоматизированного алгоритма, интегрирующего нормативные требования, изохронный анализ и пространственную оптимизацию для поддержки принятия решений в территориальном планировании.

**Основная часть.** Предлагается оригинальное решение в виде модульного алгоритма, реализованного на Python с использованием библиотек GeoPandas, OSMnx и NetworkX. Суть метода заключается в автоматизированной оценке доступности на основе формализованной системы критериев, которая интегрирует нормативные требования [5] и выявленные эмпирические пространственные закономерности (например, привязка детских садов к жилым кварталам, тяготение школ и ФАПов к центрам населенных пунктов) [6]. Алгоритм работает в три этапа: построение изохрон пешеходной/транспортной доступности от жилых зданий; анализ соблюдения нормативов путем проверки наличия объектов инфраструктуры внутри соответствующих изохрон; в случае выявления нарушения – автоматический поиск и ранжирование потенциальных локаций для размещения нового объекта с учетом дополнительных пространственных критериев. Оптимальность решения обеспечивается его экономичностью (использование открытых данных OSM), адаптивностью к условиям низкой плотности и ориентацией на полную автоматизацию рутинных операций планировщика.

**Выводы.** Разработанный алгоритм прошел успешное тестирование и валидацию на реальных данных сельской местности Северо-Западного федерального округа. Валидация модуля оптимизации показала, что в 72–85% случаев алгоритм корректно идентифицирует реально оптимальные места для размещения объектов. Практическая ценность результатов заключается в возможности их использования органами муниципального и территориального планирования для экспресс-аудита обеспеченности инфраструктурой, выявления дефицитных зон и предварительного обоснования мест строительства новых социальных объектов. Для внедрения предлагается интегрировать алгоритм в виде специализированного модуля или веб-сервиса для работников сферы ГИС и градостроительства.

### Список использованных источников:

1. Luo W., Wang F. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region // Environment and Planning B: Planning and Design. – 2015. – Vol. 42. – P. 1–19.
2. Kwan M.-P. Space-time and integral measures of individual accessibility: a comparative analysis using a point-based framework // Environment and Planning A. – 1998. – Vol. 30. – P. 191–216.
3. Boeing G. OSMnx: New methods for acquiring, constructing, analyzing, and

visualizing complex street networks // Journal of Open Source Software. – 2017. – Vol. 2(12). – Art. 215.

4. Yhee H., Kim S., Kang S. GIS-Based Evaluation Method for Accessibility of Social Infrastructure Facilities // Applied Sciences. – 2021. – Vol. 11(12). – Art. 5581.

5. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01–89\*. – М., 2016.

6. Zangana D. D., Ibrahim A. J., Yuan H., Amani-Beni M. Educational inequality in urban settings: spatial analysis of school distribution and double-shift system challenges – a case study // Sustainable Cities and Society. – 2024. – Vol. 103. – Art. 105245.