

РАЗДЕЛ II

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ГЕОЭКОЛОГИИ

УДК 504.4.054 (476)

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЗАПЕЧАТАННОСТИ И ОЗЕЛЕНЕННОСТИ ЛОКАЛЬНЫХ ВОДОСБОРОВ г. МИНСКА ПО ДАННЫМ OPENSTREETMAP

С. В. Алисиевич^{1,2)}, Е. П. Овчарова²⁾, Н. В. Ковальчик¹⁾

¹⁾ Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, sviatalk@gmail.com

²⁾ Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь,
geosystem1@rambler.ru

С использованием ГИС «QGIS» проведена оценка запечатанности и озелененности локальных водосборов г. Минска по данным OpenStreetMap. Процент запечатанности локальных водосборов в пределах современной границы г. Минска изменяется от 2,3 до 59,6 %. Доля озелененных территорий в пределах водосборов варьирует от 0,6 до 97,7 %.

Ключевые слова: урбанизированная территория; локальный водосбор; запечатанность; озелененность; данные OpenStreetMap; QGIS.

Введение. Процесс урбанизации, проявляющийся в том числе в застройке и запечатывании искусственными поверхностями естественных территорий, радикальным образом трансформирует формирование стока в пределах водосбора. Из-за большого количества водонепроницаемых площадей на территории города поверхностный сток по сравнению с естественными условиями начинает формироваться при меньшем количестве осадков; асфальтобетонные поверхности создают условия для более быстрого добегания дождевых и талых вод сначала в систему дождевой канализации, а затем в водоток; нарушается гидравлическая связь частей водосбора с водотоком из-за уплотнения грунтовой толщи и истощения горизонтов подземных вод.

В совокупности это приводит к исчезновению нормальной ложбинно-лощинной сети, деформации и обмелению естественных русел, снижению их пропускной способности [1, 2].

С другой стороны, озелененные территории выполняют в пределах города стабилизирующую роль и способны нивелировать и оптимизировать процесс формирования поверхностного стока.

Таким образом, показатели запечатанности и озелененности локальных водосборов могут быть использованы для оценки устойчивости урбанизированной территории к климатическим изменениям в виде экстремальных осадков.

Материалы и методы исследований. Для оценки запечатанности и озелененности локальных водосборов на территории г. Минска использованы данные OpenStreetMap (OSM) [3]. В процессе выполнения работы проанализирован перечень значений и ключей объектов OSM [4], а также учтена методика определения различных типов территорий города при помощи данных OSM, описанная в [5].

Согласно [6], к водонепроницаемым поверхностям относятся кровли зданий, дороги, тротуары и другие площади с водонепроницаемым покрытием.

В качестве запечатанных поверхностей выделялись все здания и строения города (ключ «building»), объекты слоя «landuse»: территории гаражных комплексов и кооперативов («garages»), территории, на которых расположены торговые центры, торговые комплексы, гипермаркеты и рынки, как правило являющиеся практически полностью запечатанными («retail»). Также выделялись объекты слоя «amenity»: различные виды парковок (значения «parking», «parking_entrance», «parking_space», «bicycle_parking», «taxi»), автостанции и автовокзалы («bus_station»), площадки для сбора мусора («recycling», «waste_disposal»), территории тренировочных площадок автошкол («driving_school»). Кроме того, выделены полигональные объекты слоя «railway» – железнодорожные платформы («platform»).

Далее проводилось выделение объектов улично-дорожной сети города. Для этого были выгружены полигональные объекты слоя «highway»: площадные пешеходные пространства (значения «pedestrian» и «footway»). Однако подавляющая часть улично-дорожной сети в OSM представлена линейными объектами, что не подходит для определения запечатанности. По этой причине полученные линейные объекты дорог и улиц трансформировались в площадные путем преобразования с помощью инструмента «Буферизация», которым им задавалась ширина в соответствии с их типом: дороги высокой важности («trunk») – 15 м, съезды с них («trunk_link») – 7 м, центральные магистрали («primary») – 12 м, съезды с центральных магистралей («primary_link») – 7 м, основные магистрали районов города («secondary») – 10 м, съезды с основных магистралей районов («secondary_link») – 5 м, основные микрорайонные или межмикрорайонные транзитные улицы («tertiary») – 8 м, съезды с них («tertiary_link») – 4 м, служебные проезды: внутриквартальные, въездные, парковочные и т.д. («service») – 5 м, остальные автомобильные дороги местного значения, образующие соединительную сеть дорог

(«unclassified») – 8 м, дороги сельскохозяйственного назначения, лесные дороги («track») – 4 м, гоночные трассы («raceway») – 3 м, дороги, которые проходят внутри жилых зон («living_street», «residential») – 2,5 м, велодорожки («cycleway») – 2,5 м, пешеходные улицы («pedestrian») – 3 м, пешеходные дорожки, тротуары («footway») – 2 м, лестницы, лестничные пролеты («steps») – 2 м. Ширина линейных объектов всех типов определялась при помощи спутниковых снимков Google Maps [7], а также других интернет-ресурсов.

В качестве озелененных территорий выделялись полигональные объекты слоя «landuse» – леса («forest») и сельскохозяйственные сады («orchard»), слоя «leisure» – парки («park») и декоративные сады («garden»), слоя «natural» – территории, покрытые деревьями («wood», «tree_row»).

В результате обработки получены векторные слои запечатанных поверхностей и зеленых зон в пределах современной границы г. Минска (рис. 1).

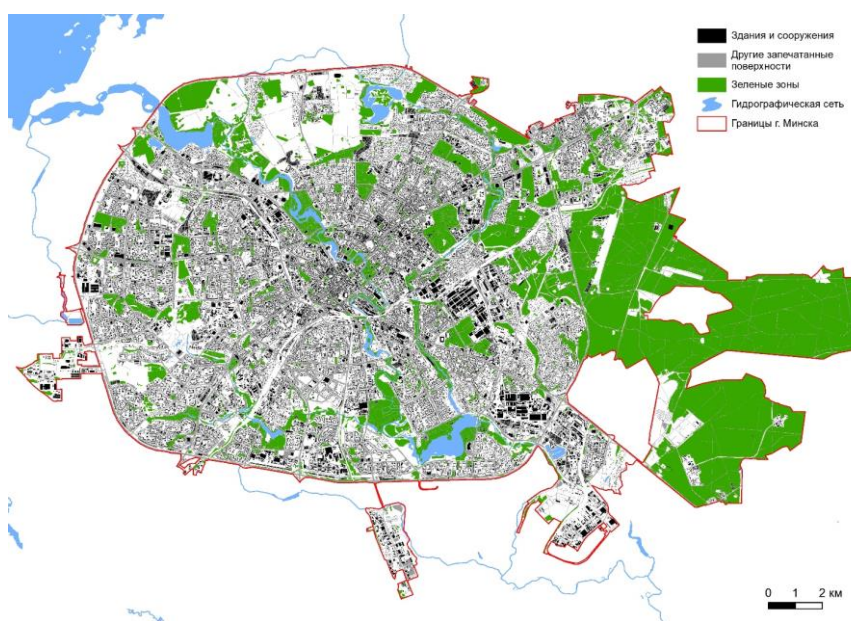


Рис. 1. Запечатанные поверхности и зеленые зоны на территории г. Минска

Результаты и их обсуждение. С использованием полученной ранее карты локальных водосборов г. Минска [8], выполнена пространственная оценка их запечатанности и озелененности (рис. 2). По полученным результатам, процент запечатанности локальных водосборов в пределах современной границы г. Минска изменяется от 2,3 до 59,6 %. Доля озелененных территорий в пределах водосборов варьирует в более широких пределах: от 0,6 до 97,7 %.

Согласно данным таблицы, около 70 % территории г. Минска представлено локальными водосборами с запечатанностью более 30 %. Доля водосборов, находящихся в наиболее уязвимом состоянии (запечатанность 50–60 %) составляет около 5 %, территориально они приурочены к центральной части города. Локальные водосборы с озелененностью не более 15 % составляют около 50 % (по занимаемой площади), а водосборы с озелененностью менее 5 % занимают 11,8 % площади. В целом, для центральной и юго-западной частей города характерен более низкий процент озелененности локальных водосборов по сравнению с северо-восточной частью г. Минска.

Таким образом, менее устойчивыми к климатическим изменениям в виде экстремальных осадков могут оказываться участки г. Минска, расположенные в центральной и западной-северо-западной частях города, где запечатанность составляет 40–60 %, а озелененность не превышает 10 %. В наиболее устойчивом положении находится северная и восточные части города, где запечатанность не превышает 30 %, а озелененность более 25 %.

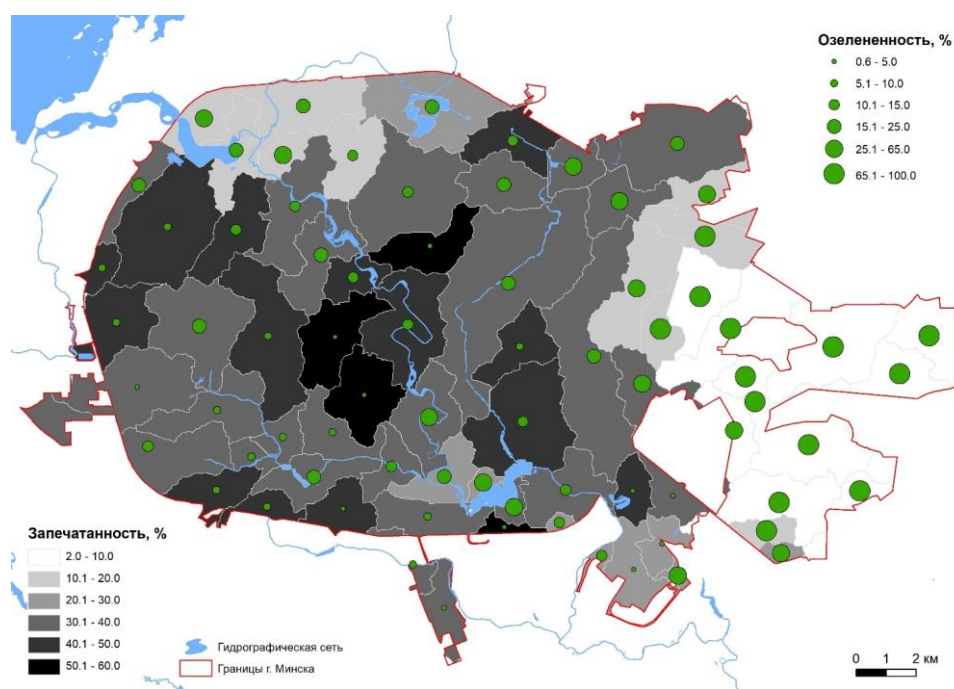


Рис. 2. Запечатанность и озелененность локальных водосборов в современных границах г. Минска

**Распределение локальных водосборов по доли запечатанных
и озелененных территорий**

Запечатан- ность, %	Количество водосборов	Площадь, км ²	Озеленен- ность, %	Количество водосборов	Площадь, км ²
2–10	11	47,2	0,6–5,0	11	39,1
10,1–20	10	35,7	5,1–10,0	13	51,9
20,1–30	7	19,6	10,1–15,0	12	65,1
30,1–40	27	143,7	15,1–25,0	12	88,3
40,1–50	14	68,9	25,1–65,0	12	33,3
50,1–60	4	15,6	65,1–100,00	13	53,0
Всего	73	330,7	Всего	73	330,7

Заключение. Оценка запечатанности и озелененности локальных водосборов на территории г. Минска с использованием данных OpenStreetMap показала, что около 70 % территории города представлено локальными водосборами с запечатанностью более 30 %. Локальные водосборы, озелененность которых не превышает 15 %, занимают около 50 % площади города. В менее устойчивом положении к климатическим изменениям в виде экстремальных осадков находятся локальные водосборы в центральной и западной-северо-западной частях г. Минска, где запечатанность составляет 40–60 %, а озелененность не превышает 10 %, в наиболее устойчивом – в северной и восточной частях города, где запечатанность не превышает 30 %, а озелененность более 25 %.

Библиографические ссылки

1. Voskamp I. M., Van de Ven F. H. M. Planning support system for climate adaptation: Composing effective sets of blue-green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events. *Building and Environment*. 83 (2015). P. 159–167.
2. Овчарова Е. П. Эколого-геохимическая оценка поверхностного стока с городской территории (на примере г. Минска): автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. Минск: Ин-т проблем использования природ. ресурсов и экологии НАН Беларуси. 2006. 22 с.
3. OpenStreetMap [Electronic resource]. URL: <https://www.openstreetmap.org> (date of access: 05.09.2024).
4. Map features [Electronic resource] // OpenStreetMap Wiki. URL: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_features (date of access: 05.09.2024).

5. *Климанова О. А., Колбовский Е. Ю., Илларионова О. А.* Зеленая инфраструктура города: оценка состояния и проектирование развития. М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2020. 324 с.

6. ТКП 45-4.01-321-2018 (33020) Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования. Минск: Минстройархитектуры, 2018. 80 с.

7. Google Maps [Electronic resource]. URL: <https://www.maps.google.com> (date of access: 05.09.2024).

8. *Алисиевич С. В., Ковальчик Н. В., Овчарова Е. П.* Гидрологическое моделирование в ГИС для выявления трансформации пространственной структуры естественных водосборов на территории г. Минска / ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс] : материалы респ. науч.-практ. семинара студентов и молодых ученых. Минск. 15 нояб. 2023 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: А. Н. Червань (гл. ред.) [и др.]. Минск : БГУ, 2023. С. 48–55.