

ГИС-АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБОЛАНДШАФТОВ Г. ЖАБИНКИ

И. В. Метлицкий, А. Л. Киндеев

*Белорусский государственный университет, ул. Ленинградская, 16,
220006, г. Минск, Беларусь*

Проведена оценка экологического состояния урболандшафтов (УЛ) г. Жабинки. В рамках проведения экологической оценки выделены УЛ г. Жабинки, построена картограмма кислотности почв, проведен анализ теплового загрязнения УЛ г. Жабинки с использованием снимков Landsat 8, установлены зоны теплового загрязнения, выявлены причины их возникновения. Подтверждена возможность формирования острова тепла в малых городах Беларуси, установлены связи между пространственным распределением кислотности почвы и степенью антропогенной нагрузки на урболандшафты.

Ключевые слова: урболандшафт, кислотность, остров тепла, экологическая оценка.

GIS-ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL STATE OF ZHABINKA URBOLANDSCAPES

I. V. Metlitskyi, A. L. Kindeev

Belarusian State University, Leningradskaya street, 16, 220006, Minsk, Belarus

An assessment of the ecological state of urban landscapes (UL) in the city of Zhabinki was carried out. As part of the environmental assessment, the ULs of the city of Zhabinki were identified, a cartogram of soil acidity was constructed, an analysis of thermal pollution of the ULs of the city of Zhabinki was carried out using Landsat 8 images, zones of thermal pollution were identified, and the causes of their occurrence were identified. The possibility of the formation of a heat island in small towns of Belarus has been confirmed, and connections have been established between the spatial distribution of soil acidity and the degree of anthropogenic load on urban landscapes.

Keywords: urban landscape, acidity, heat island, environmental assessment.

Урболандшафт – это городской ландшафт, сформировавшийся в результате градостроительного преобразования территории, характеризующийся однородной природной основой и определенным типом градостроительного использования [1]. Он включает в себе природную и антропогенную составляющие (особенности застройки и функциональное назначение территории).

Об уровне техногенной нагрузки на урболандшафты в первую очередь можно судить по степени загрязнения депонирующих сред, в частности

почв, однако данные о состоянии почв городов весьма ограничены. В настоящее время имеется информация о состоянии почв Минска, Светлогорска, Гомеля, Гродно, Мозыря, Березовки, Новополоцка и городов, включенных в перечень объектов Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (НСМОС), в которых осуществляется наблюдение за химическим загрязнением городских почв. При этом в ряде быстрорастущих малых населённых пунктов мониторинг не ведется. Главной причиной отсутствия данной информации о других городах Беларуси является масштабность и дороговизна подобных исследований, а также отсутствие в нужном количестве необходимого оборудования.

В таком случае возможна оценка состояния УЛ на основании отклонения ожидаемой средней кислотности почв от действительной. Зависимость pH_{KCl} от наличия в почве таких загрязнений, как соединений тяжелых металлов и нефтепродуктов, представляет собой комплексный вопрос из-за большого количества действующих факторов. В тоже время, для большинства городов их поступление в почву связано с попаданием в почву строительного и бытового мусора, золы от сгорания топлива или выбросов промышленных предприятий, пыли с автомагистралей, разбрасыванием калийных солей на тротуары и дороги города в зимний период и т. п., что, в свою очередь, существенно влияет на изменение реакции городских почв в сторону подщелачивания [2, 3, 4, 5].

Выделение и картографирование урболандшафтов выполнены в программном пакете QGIS на основе карты геологических отложений и схемы функционального зонирования города. При выделении также учитывались исторические особенности формирования города и влияние урбанизированных – железной и автомобильных дорог и природных осей – рек Мухавец и Жабинка.

Для оценки теплового загрязнения проведено изучение теплового излучения поверхности УЛ в программном пакете QGIS (плагин Land Surface Temperature) с использованием снимков Landsat 8 [6]. Для оценки теплового загрязнения использовалась методика, использованная при аналогичных работах по г. Орше и Пинску [7]. В ходе выполнения расчетов использованы красный и ближний инфракрасный каналы съемочной аппаратуры Operational Land Imager и дальний инфракрасный спектральный канал съемочной аппаратуры Thermal Infrared Sensor. В результате выполнения расчетов получены растровые изображения температуры земной поверхности с выходным пространственным разрешением 30 м.

Загрязнение почв оценивалось через кислотность (pH_{KCl}). Были отобраны 72 почвенные пробы на территории г. Жабинка, преимущественно супесчаного гранулометрического состава. Пробы отбирались с помощью

закладки прикопок с глубиной 10-20 см. на основании схемы функционального зонирования города в количестве, пропорциональном размеру функциональной зоны, со сгущением в зонах более интенсивного техногенного воздействия (не менее одной пробы на одну зону).

Анализ обменной кислотности почв производился на рН-метре рН-150М с помощью солевой вытяжки, перед чем, почва высушивалась и просеивалась через сито. Проводилась проверка на содержание карбонатов в почве с помощью 10 % раствора HCl.

В соответствии с классификацией, ранее использованной для Пинска, Жодино и др. городов, была выполнена карта города, на которой выделено 15 видов урболандшафтов, объединенных в 7 групп (рис. 1).

В результате анализа выделенных УЛ было установлено, что УЛ Жабинки характеризуются высокой однородностью, в первую очередь из-за полного доминирования частного сектора в структуре городского жилья. Производственные предприятия и их санитарные зоны локализованы в северной и юго-западной частях города вдоль железной дороги, которая делит город на 2 части: южную - жилую и северную - промышленную. Данная дифференциация является благоприятным фактором для формирования в южной части города природно-урбанизированной планировочной схемы с природной осью в виде реки Мухавец.

Для исследования тепловых рисков были выбраны снимки самого холодного и самого теплого месяца (19 января и 14 июля 2021 года соответственно). Снимки сделаны в обоих случаях в 09:19 GMT. Средняя температура воздуха в январе составляет -3°C , в июле столбик термометра в среднем поднимается до 20.6°C [6]. По данным наблюдений на метеорологической станции Жабинки температура на время 12:00 GMT 14.07 составляла 33°C , 19.01 – -11°C [9].

Водные объекты, несмотря на выраженную тепловую аномалию в зимний период, оказывает благоприятное воздействие на окружающие УЛ, оказывая демпферное воздействие на амплитуду летних и зимних температур (рис. 2, 3).

Средняя кислотность (pH_{KCl}) (рис. 4) городских почв Жабинки составляет 7,00, что на порядок превышает обычную кислотность (5,50-6,00), характерную для антропогеннопреобразованных сельскохозяйственных белорусских почв. Данное обстоятельство позволяет говорить об изменении химических свойств почв (подщелачивании) в результате техногенной нагрузки, вызванной внесением в почву полиэлементных загрязнителей.

Закономерность повышения среднего pH_{KCl} в зависимости от степени антропогенной нагрузки проявляется также в распределении значений в зависимости от функционального назначения территории.

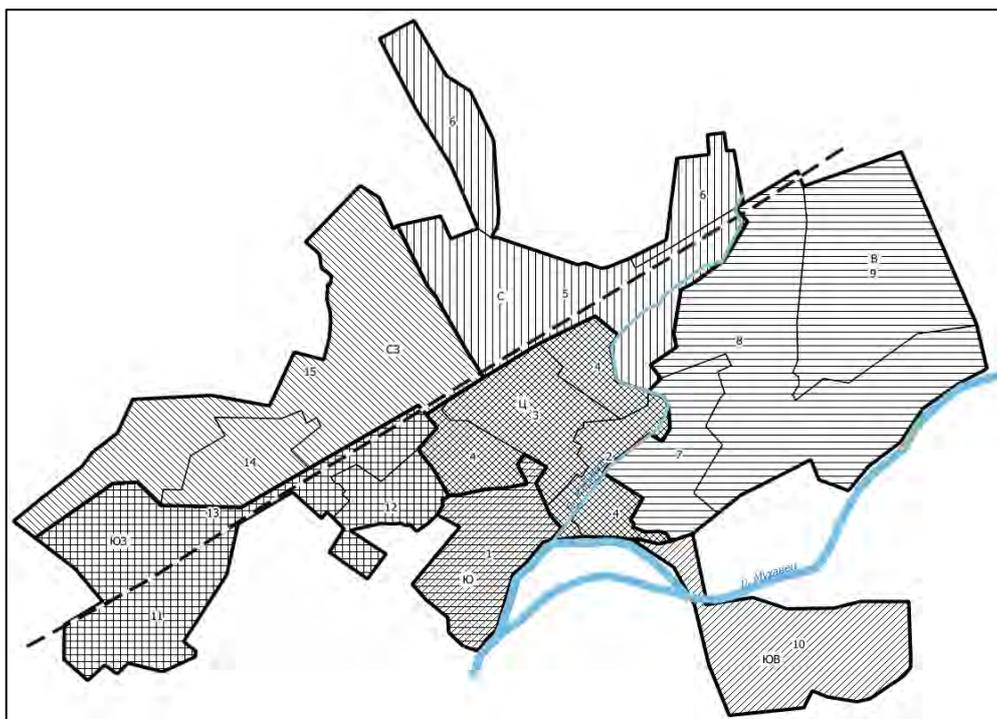


Рис. 1. Урболандшафты г. Жабинки

- Прим*. I. Группа видов Ю – Южные на пресноводных известковых отложениях:
1. Промышленные, производственные и складские территории.
- II. Группа видов Ц – Центральные на пресноводных известковых отложениях:
2. Парки и открытые озелененные территории.
 3. Общественная застройка общегородского центра, торгового, учебного, спортивного, культурного, административного назначения и жилая многоквартирная и усадебная застройка городского типа.
 4. Жилая усадебная застройка городского типа и общественная застройка торгового типа.
- III. Группа видов С – Северные на водно-ледниковой равнине:
5. Промышленные, производственные и складские территории.
 6. Жилая усадебная застройка сельского типа
- IV. Группа видов В – восточные на водно-ледниковой равнине:
7. Жилая многоквартирная и общественная застройка учебного, торгового и медицинского назначения.
 8. Жилая усадебная застройка городского и сельского типа, массивы лесной растительности и открытые озелененные территории.
 9. Леса, дачные территории садовых товариществ.
- V. Группа видов ЮВ – Юго-восточные на водно-ледниковой равнине и аллювиальных отложениях реки Мухавец:
10. Жилая усадебная застройка городского и сельского типа.
- VI. Группа видов ЮЗ – Юго-западные на водно-ледниковой равнине:
11. Жилая усадебная застройка сельского и городского типа.
 12. Жилая усадебная застройка городского типа.
 13. Промышленные, производственные и складские территории.
- VII. Группа видов СЗ – Северо-западные на водно-ледниковой равнине:

14. Жилая многоквартирная и общественная застройка учебного, торгового и культурного назначения, лесопарки и открытые озелененные территории.

15. Жилая усадебная застройка городского типа, дачные территории садовых товариществ.

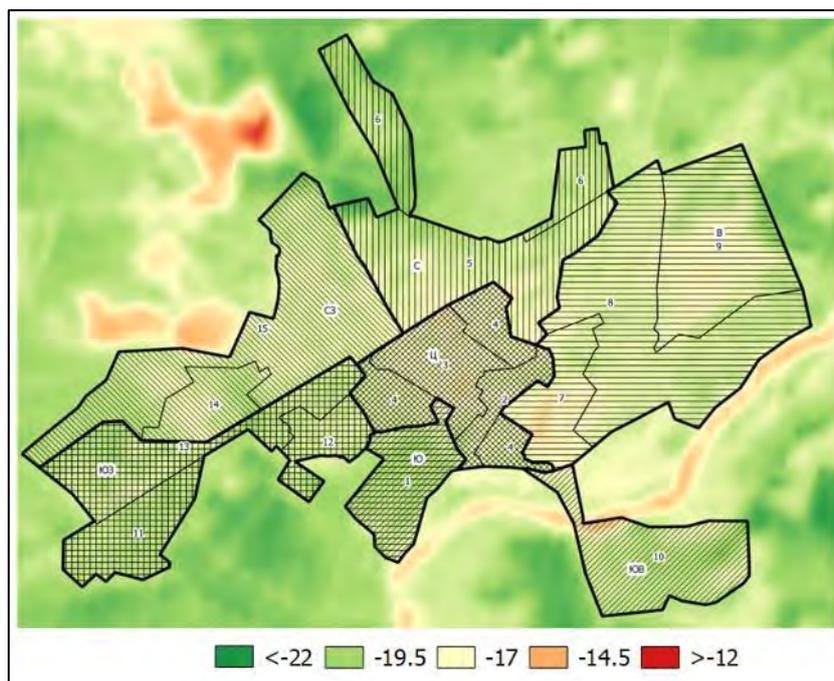


Рис. 2. Температура поверхности урбандшафтов Жабинки в июле, °С

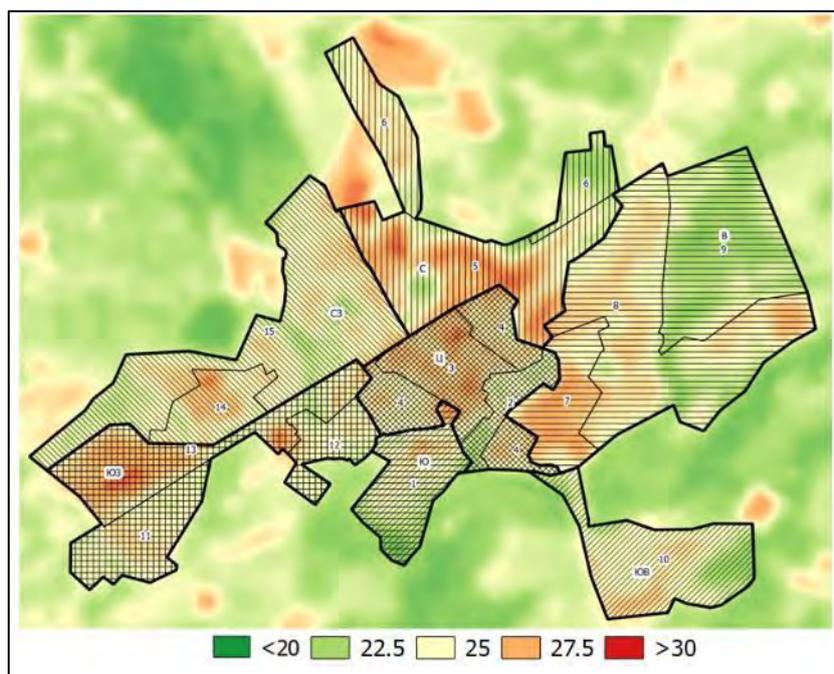


Рис. 3. Температура поверхности урбандшафтов Жабинки в феврале, °С

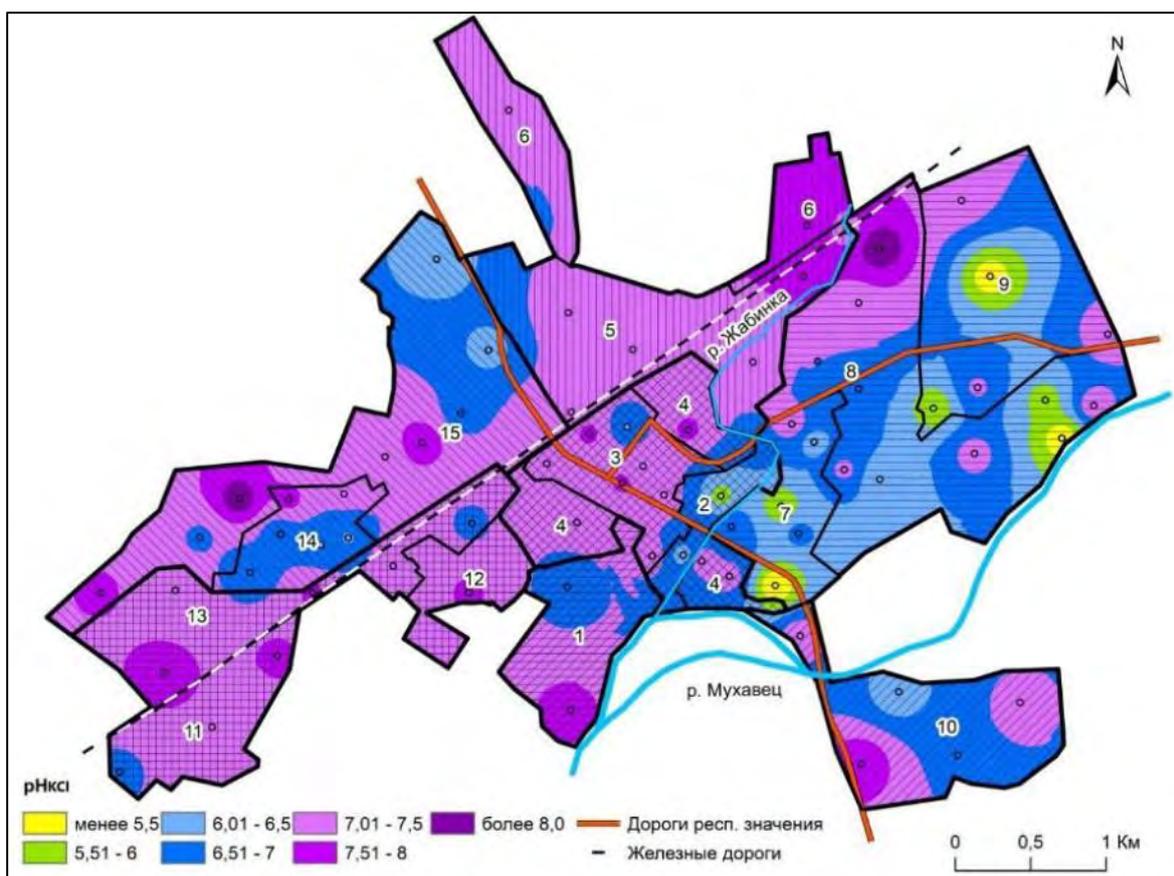


Рис. 4. Картограмма кислотности почв урбандолафтов г. Жабинки (цифрами обозначены виды УЛ)

Существует прямая зависимость между характерной для определенной функциональной зоны степенью техногенного воздействия на почвы и значениями pH_{KCl} (табл. 1).

Таблица 1

Кислотность функциональных зон (pH_{KCl})

| Функциональные зоны | Среднее | σ | Макс | Мин | Коэффициент вариации |
|--|---------|----------|------|------|----------------------|
| Зоны транспортной, инженерной инфраструктуры | 7,28 | 0,22 | 7,81 | 6,61 | 0,03 |
| Производственные зоны | 7,23 | 0,24 | 7,75 | 6,32 | 0,03 |
| Иные территориальные зоны | 7,19 | 0,31 | 7,80 | 6,20 | 0,04 |
| Жилые зоны усадебной застройки | 7,01 | 0,43 | 8,55 | 5,19 | 0,06 |
| Общественно-деловые зоны | 6,81 | 0,60 | 7,60 | 4,90 | 0,09 |
| Зоны специального назначения | 6,63 | 0,61 | 7,33 | 5,80 | 0,09 |
| Жилые зоны многоэтажной застройки | 6,60 | 0,44 | 7,47 | 5,36 | 0,07 |
| Рекреационные зоны | 6,59 | 0,42 | 7,85 | 5,20 | 0,06 |

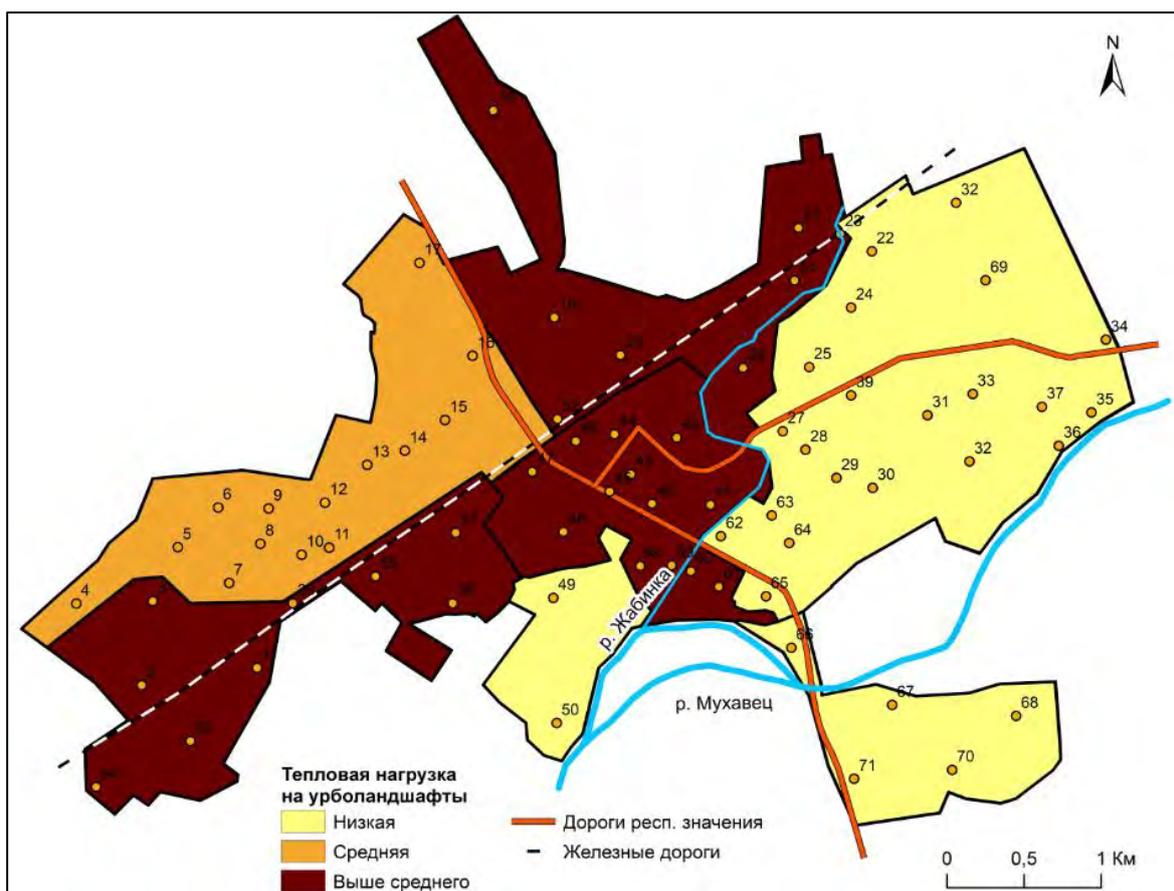


Рис. 5. Степень антропогенной тепловой нагрузки на урбандшафты г. Жабинки

В границах групп урбандшафтов Жабинки выделены 3 типа тепловых рисков на основе превышения средней температуры поверхности над комфортным для человека уровнем – около 23 °С (рис. 5).

Самая высокая степень антропогенной тепловой нагрузки (24,4-25,0 °С) наблюдается в границах юго-западной, северной и центральной групп (40 % площади города). Средний уровень тепловой нагрузки (25-25,5 °С) отмечен для группы северо-западных УЛ (18 % площади города). Низкий уровень тепловой нагрузки (более 25,5 °С) отмечен для групп северо-западных, южных и восточных УЛ (42 % площади города).

Оценка антропогенной геохимической нагрузки была проведена на основе карты урбандшафтов с использованием карты континуального распределения кислотности. Ранжирование типов риска выполнено с учетом отклонения показателя рНКС1 от значения 7.00, соответствующего нейтральной кислотности среды и средней кислотности урбандшафтов Жабинки (рис. 6).

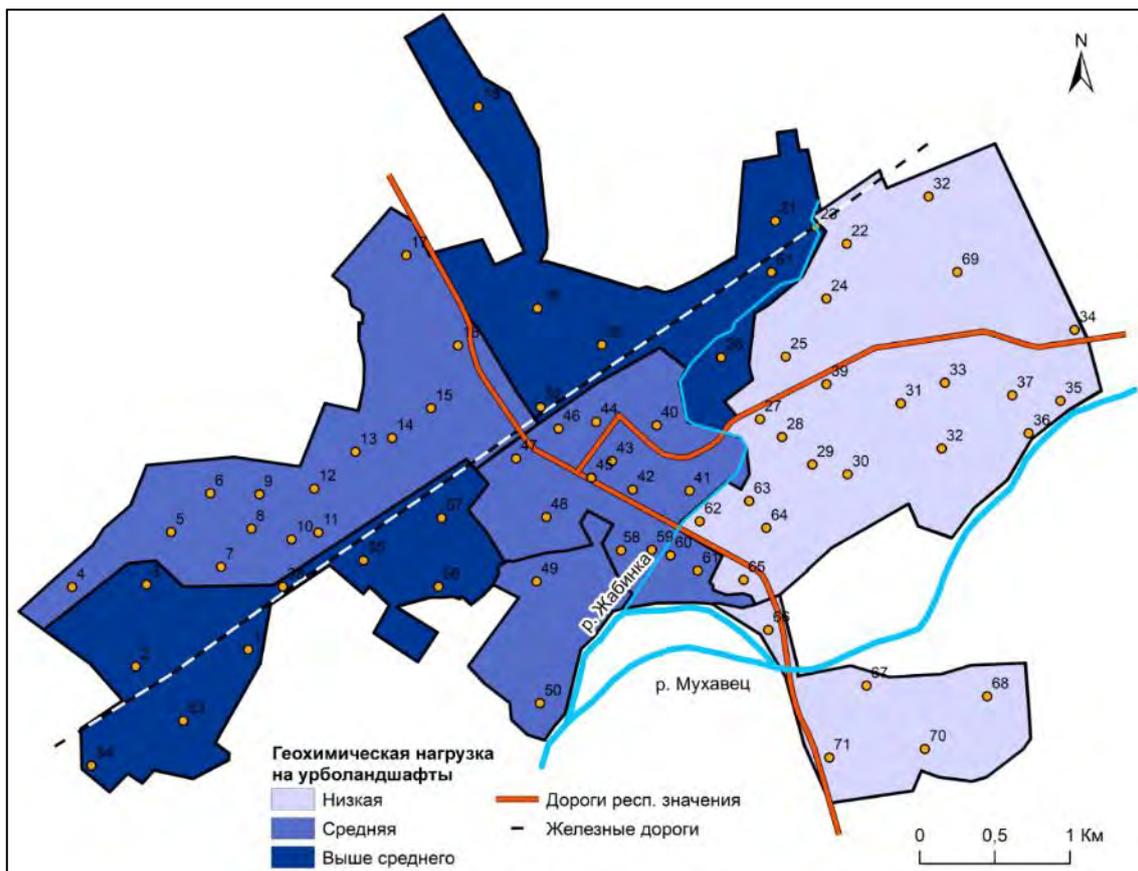


Рис. 6. Степень антропогенной геохимической нагрузки на урбандшафты г. Жабинки

Самая высокая степень антропогенной геохимической нагрузки (pH_{KCl} 7,2-7,34) выявлена в группах северных и юго-западных УЛ (29 % площади города). В пределах этих территорий сосредоточено до 90 % производственных и коммунально-складских объектов города, главный тип жилой застройки – сельская усадебная, есть объекты транспортной инфраструктуры, главным из которых является ось железной дороги. Средняя степень нагрузки (pH_{KCl} 7,0 -7,2) характерна для 34 % территории города и сформировалась в группах центральных, северо-западных и южных УЛ, где господствует усадебная застройка городского типа, есть кластеры жилой многоквартирной, общественной застройки и парково-рекреационные зоны. Низкой степенью нагрузки (pH_{KCl} меньше 7,0) отличаются группы восточных и юго-восточных УЛ (37 % площади города), для которых характерны большие массивы зеленых насаждений, усадебной застройки сельского и городского типа, дачных территорий и новой многоквартирной застройки.

Экологическая обстановка города оценена как благоприятная и соответствует концепции развития города с природно-урбанизированной планировочной структурой. Результаты исследования могут использоваться

для дальнейшего анализа экологического состояния города, разработки и улучшения существующих градостроительных планов.

Библиографические ссылки

1. *Фалолеева М. А.* Пространственная структура городских ландшафтов и оценка их экологического потенциала (на примере г. Минска) / Автореф. канд. геогр. наук спец. 25.00.23. Минск, 2004.

2. *Чугай, Н. В., Шубина Е. Ю.* Кислотность почв как индикатор экологического состояния городской территории // Биологический круговорот питательных веществ при использовании удобрений и биоресурсов в системах земледелия различной интенсификации. Суздаль-Иваново : Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Верхневолжский федеральный аграрный научный центр"; ПресСто, 2021. С. 220-222.

3. *Середа Л. О., Яблонских Л. А., Куролан С. А.* Мониторинг эколого-геохимического состояния почвенного покрова города Воронежа // Природные системы и ресурсы. 2015. № 2 (12). С. 66-71.

4. Совокупное влияние тяжелых металлов и нитратного азота на изменение кислотности грунтов урбанизированной территории / Ж. Ю. Кочетова [и др.] // Успехи современного естествознания. 2020. № 12. С. 104-109.

5. *Митякова И. И., Иванова Р. Р., Терентьев Д. В.* Оценка экологического состояния почв г. Йошкар-Олы // Вестник ПГТУ. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2020. № 1 (45). С. 75-87.

6. *Isaya Ndossi M., Avdan U.* Application of Open Source Coding Technologies in the Production of Land Surface Temperature (LST) Maps from Landsat: A PyQGIS Plugin. Remote Sens. 2016. № 8. P. 413.

7. Формирование и оценка экологических рисков урболандшафтов в промышленных городах Беларуси / Г. И. Марцинкевич [и др.] // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. 2021. № 2. С. 45–62.

8. Дневник погоды в Жабинке. Gismeteo [Электронный ресурс]. URL: https://global-weather.ru/archive/zhabinka_brestskaya_oblast/ (дата обращения: 10.04.2023).