

## РОЛЬ ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ЗДОРОВЬЯ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ Г. НИЖНЕГО НОВГОРОДА)

© 2023

Большакова А.Д., Зазнобина Н.И., Ковалева Т.А.

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
(г. Нижний Новгород, Российская Федерация)

*Аннотация.* Загрязнение атмосферного воздуха является одной из самых серьезных экологических угроз для здоровья человека. Реализация мероприятий по снижению уровня загрязнения воздуха сокращают риск развития заболеваний. В число подобных мероприятий входит создание комфортной среды за счет озеленения городских территорий. Зелёные насаждения в городах выполняют важную средообразующую функцию – очищение воздуха от поллютантов. Цель исследования: оценка степени снижения неканцерогенного риска развития заболеваний у населения крупного города (на примере г. Н. Новгорода) по уровню очищения атмосферного воздуха от поллютантов зелёными насаждениями. На основе рассчитанных концентраций приоритетных загрязняющих веществ (монооксида углерода, диоксида азота, диоксида серы, озона и взвешенных частиц (PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub>)) и данных по инвентаризации зелёных насаждений на восьми крупнейших площадях г. Н. Новгорода, оценено повышение качества атмосферного воздуха до 42,12%. На основе созданных карт реального озеленения исследуемых площадей в программе QGIS Desktop были разработаны проекты по расширению озеленения их территорий. Проведена оценка качества воздуха на обследованных площадях г. Н. Новгорода и рассчитан неканцерогенный риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы и верхних дыхательных путей у жителей г. Н. Новгорода при отсутствии растительности, при реальном озеленении и в соответствии с предложенными проектами перспективного озеленения. При реализации предложенных проектов перспективного озеленения риск развития заболеваемости органов дыхания и сердечно-сосудистой системы у населения г. Н. Новгорода может снизиться на 25% в среднем по городу.

*Ключевые слова:* городская среда; озелененные территории; загрязнение атмосферы; поллютанты; качество воздуха; неканцерогенный риск; здоровье населения.

## THE ROLE OF GREEN SPACES IN THE IMPROVEMENT OF THE URBAN POPULATION HEALTH QUALITY (ON THE EXAMPLE OF NIZHNY NOVGOROD)

© 2023

Bolshakova A.D., Zaznobina N.I., Kovaleva T.A.

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (Nizhny Novgorod, Russian Federation)

*Abstract.* Atmospheric air pollution is one of the most serious environmental threats to human health. The implementation of measures to reduce air pollution reduces the risk of diseases. Such measures include the creation of a comfortable environment through the landscaping of urban areas. Green spaces in urban areas perform an important environment-forming function – purification of air from pollutants. The purpose of the study is to evaluate the degree of reduction of non-carcinogenic risk of diseases in the population of a large city (on the example of Nizhny Novgorod) by the level of purification of atmospheric air from pollutants by green spaces. Based on the calculated concentrations of priority pollutants (carbon monoxide, nitrogen dioxide, sulfur dioxide, ozone and suspended particles (PM<sub>2,5</sub> and PM<sub>10</sub>)) and green space inventory data for eight major intersections/sites in Nizhny Novgorod, the air quality improvement was estimated up to 42,12%. Based on the created maps of the real landscaping of the surveyed areas in the QGIS Desktop program, projects were developed to expand the landscaping of their areas. The air quality in the surveyed areas of Nizhny Novgorod was assessed. The non-carcinogenic risk of cardiovascular system and upper respiratory tract diseases for the residents of Nizhny Novgorod in the absence of vegetation, with real landscaping and in accordance with the proposed prospective landscaping projects was calculated. With the implementation of the proposed projects of perspective landscaping the risk of respiratory and cardiovascular system diseases in the population of Novgorod can be reduced by 25% on average in the city.

*Keywords:* urban environment; landscaped areas; air pollution; pollutants; air quality; non-carcinogenic risk; public health.

### Введение

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из самых серьезных экологических угроз для здоровья человека. По данным ВОЗ 2022 г., почти все жители планеты (99%) дышат воздухом, который загрязнен сверх установленных допустимых норм качества, что несет угрозу их здоровью [1]. Особенно актуальна эта проблема для городов, на ограниченной территории которых проживают 56,2% насе-

ния Земли, сосредоточены стационарные и мобильные источники загрязнения воздуха [2]. Источником загрязнителей является в основном антропогенная деятельность, связанная со сжиганием ископаемого топлива. В России вклад автомобильного транспорта в загрязнение атмосферного воздуха составляет в среднем около 50%, а в ряде городов достигает 90% [3]. Над крупными городами атмосферный воздух содержит в 10 раз больше взвешенных частиц и в

25 раз больше парниковых газов. По данным ВОЗ, вдыхание воздуха с частицами  $PM_{2,5}$  провоцирует 3% смертей от заболеваний дыхательной и сердечно-сосудистой систем и 5% смертей от рака легких [1]. Уровни загрязнения могут значительно варьироваться в зависимости от времени года и метеорологических факторов. В связи с этим урбоэкосистемы отличаются от природных не только практически по всем микроклиматическим параметрам (температурному, инсоляционному, аэрационному режимам), но и по составу атмосферного воздуха [4].

Согласно оценкам ВОЗ, в 2020 г. загрязнение атмосферного воздуха (воздуха вне помещений) стало причиной преждевременной смерти 4,2 млн чел. во всем мире [1]. Реализация мероприятий по снижению уровня загрязнения воздуха как на глобальном, так и на локальном уровнях сокращает риск развития заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной систем. В число подобных мероприятий входит создание комфортной среды за счет озеленения городских территорий [5]. Зелёные насаждения в городах, помимо снижения шумового загрязнения и формирования благоприятного микроклимата, выполняют важную экосистемную услугу (средообразующую функцию) – очищение воздуха от загрязнителей [6].

Концепция экосистемных услуг в настоящее время является одним из ключевых понятий, описывающих отношения между природными экосистемами и человечеством в рамках устойчивого развития. При этом особое внимание уделяется экосистемным услугам в крупных мегаполисах как территорий с наибольшей плотностью населения [7]. Большинство мировых исследований направлено на оценку экосистемных услуг городских лесов, парков, скверов, озелененных территорий кампусов образовательных учреждений. В России подобные исследования находятся на первоначальном этапе и имеют фрагментарный характер [8]. Проблемы адекватного учета потоков различных выгод, предоставляемых экосистемами территорий регионов и страны в целом, в экономике особенно актуальны для крупнейших городов России (в частности, для Н. Новгорода) с их высоким уровнем урбанизации [9]. Для комплексной оценки экосистемных услуг необходимо учитывать все озелененные участки общего и ограниченного пользования в пределах урбанизированной территории [10].

Полученные результаты расчета риска развития заболеваний у жителей мегаполисов и проекты реконструкции озелененных территорий в виде рекомендаций могут быть переданы в органы муниципальных администраций для корректировки имеющихся планов по благоустройству общественных пространств в рамках концепции создания благоприятной городской среды.

*Цель исследования:* оценка степени снижения неканцерогенного риска развития заболеваний у населения крупного города (на примере г. Н. Новгорода) по уровню очищения атмосферного воздуха от загрязнителей зелёными насаждениями.

#### Объекты и методы исследования

Нижний Новгород – административный центр Приволжского федерального округа и Нижегородской области, с площадью 460 км<sup>2</sup> и населением

1233,9 тыс. человек (по данным Федеральной службы государственной статистики по Нижегородской области на 2022 год) [10]. В орографическом отношении Нижний Новгород расположен в центральной части Восточно-Европейской (Русской равнины). Реки Ока, а ниже ее устья Волга делят территорию города на две части, резко различающиеся по характеру рельефа: возвышенную Нагорную и низменную Заречную. В Нижнем Новгороде исключительно ярко проявляется организующая роль рельефа. В вознесённой над Окой и Волгой нагорной части размещается историческая часть города, инновационные и наукоемкие производства, высшие учебные заведения, учреждения культуры. Заречная часть Н. Новгорода занимает обширную низменную территорию, где размещены крупнейшие предприятия. Эти обстоятельства определили специфику транспортных потоков, которые должны обеспечить ежедневные миграции трудового населения как внутри орографических районов, так и между ними [11].

Пассажирский транспорт в Нижнем Новгороде играет большую роль в обеспечении жизни города. При этом его работа затруднена распределенностью заселения территории города, интенсивной суточной миграцией, очень высокой концентрацией пассажиропотоков на мостах через р. Оку и р. Волгу и отсутствием всеохватывающей системы скоростного транспорта [12].

В 2021 г. Нижегородская область занимала 11 место в рейтинге субъектов РФ по объему автопарка – здесь зарегистрировано 2,18% всех автомобилей России. Количество легковых автомобилей в Нижегородской области к концу 2022 года выросло до 1280 тыс. шт. По данным на 2023 год, в Нижнем Новгороде функционирует 125 маршрутов общественного транспорта, из которых 53 – автобусных, 42 – маршрутное такси, 15 – троллейбусных и 15 трамвайных. В Нижнем Новгороде вклад автотранспорта в загрязнение атмосферного воздуха составляет 75% [13].

Исследование предполагало комплексную оценку городской среды и включало 3 этапа.

На первом этапе для расчета концентраций приоритетных загрязнителей (монооксида углерода, диоксида азота, диоксида серы, озона и взвешенных частиц ( $PM_{2,5}$  и  $PM_{10}$ )) в соответствии с ГОСТ Р 56162-2019 [14] проведен учет транспортного трафика на площадях г. Н. Новгорода. В качестве модельных объектов были выбраны площади с максимальной транспортной загруженностью на крупнейших площадях г. Н. Новгорода: в Нагорной (пл. Лядова, пл. Горького, пл. Свободы, пл. Сенная, пл. Маркина, пл. Советская) и Заречной (пл. Революции, пл. Комсомольская) частях города (рис. 1).

Концентрации токсичных веществ ( $C$ , мг/м<sup>3</sup>) определялись по формуле:

$$C = (2 \times q_{\text{экв.}}) / (\sigma \times V_{\text{в}} \times \sqrt{2\pi})$$

где  $q_{\text{экв.}}$  – эквивалентная интенсивность выбросов, мг/м<sup>3</sup>×с;  $\sigma$  – стандартное отклонение гауссовского рассеивания в вертикальном направлении в зависимости от времени суток и удаления от дороги (день, удаление от дороги: 10 м –  $\sigma = 1$ );  $V_{\text{в}}$  – скорость ветра, учитывается при угле ветра по отношению к дороге не менее 30° [15].

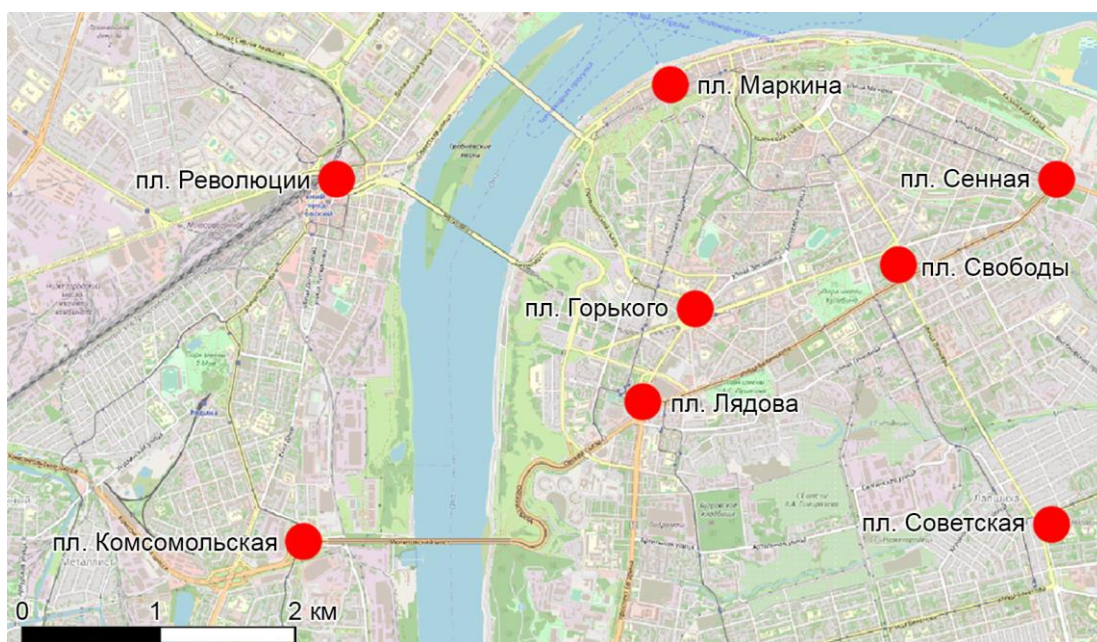


Рисунок 1 – Исследуемые площади г. Нижнего Новгорода

Значения концентраций выбросов загрязнителей от автотранспорта на обследованных площадях рассчитаны в пределах для:  $\text{CO} = 0,66 - 1,42 \text{ мг/м}^3$ , для  $\text{NO}_2 = 0,0066 - 0,014 \text{ мг/м}^3$ , для  $\text{SO}_2 = 0,039 - 0,085 \text{ мг/м}^3$ , для  $\text{O}_3 = 0,0066 - 0,014 \text{ мг/м}^3$ . Среднесуточные концентрации для взвешенных частиц не рассчитывались самостоятельно, их значения были заимствованы из отчета Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды:  $\text{PM}_{2,5} = 0,0057 \text{ мг/м}^3$ ,  $\text{PM}_{10} = 0,0118 \text{ мг/м}^3$  [16].

На втором этапе для расчета осаждения загрязнителей на листовую поверхность зелёных насаждений была проведена инвентаризация древесной растительности на исследуемых площадях согласно методике «i-Tree Eco» (оценены вид, диаметр ствола и кроны, общая высота, высота кроны, высота ствола до кроны, освещенность кроны, процент мертвых ветвей в кроне) [17].

В результате инвентаризировано 1351 зеленое насаждение, относящееся к 28 видам растений. На основе полученной базы данных были созданы карты реального озеленения исследуемых площадей в программе QGIS Desktop. На рис. 2 приведена карта древесных насаждений пл. Лядова, как наиболее озелененной площади города.

Для оценки осаждения загрязнителей на листовую поверхность зелёных насаждений исследуемых площадей по методике «i-Tree Eco Dry Deposition Model Descriptions» [18] рассчитывались значения индекса листовой поверхности (leaf area index,  $LAI$ ) по формуле:

$$LAI = LA / S,$$

где  $LA$  – площадь листовой поверхности,  $\text{м}^2$ ;  $S$  – площадь исследуемой территории,  $\text{м}^2$ .

$S$  определяется по формуле:

$$S = \pi \times a \times b,$$

где  $a$  – ширина кроны в направлении с севера на юг, м;  $b$  – ширина кроны в направлении с запада на восток, м;  $\pi = 3,14$ .

Результаты рассчитанных значений индекса листовой поверхности представлены в таблице 1. Максимальное значение индекса листовой поверхности рассчитано для зелёных насаждений на пл. Свободы, минимальное – для древесной растительности пл. Комсомольской.

Таблица 1 – Значения индекса листовой поверхности ( $LAI$ ) зелёных насаждений, произрастающих на крупнейших площадях г. Н. Новгорода

Пл. Комсомольская	Пл. Революции	Пл. Лядова	Пл. Советская	Пл. Маркина	Пл. Сенная	Пл. Горького	Пл. Свободы
0,05	0,18	0,3	0,31	0,49	0,98	1,29	1,56

Поток загрязняющих веществ ( $F$ ) рассчитывается как произведение скорости осаждения ( $V_d$ ) и содержания концентрации загрязняющих веществ в воздухе ( $C$ ):

$$F = V_d \cdot C \cdot 3600 \cdot LAI,$$

где  $F$  – поток загрязняющих веществ,  $\text{г/м}^2$ ;  $V_d$  – скорость осаждения, м/с;  $C$  – концентрация загрязняющих веществ в воздухе,  $\text{г/м}^3$ ;  $LAI$  – индекс листовой поверхности [18].

Общая масса загрязнителя воздуха на единицу древесного покрова ( $M_{total}$ ,  $\text{г/м}^2$ ) рассчитывается по формуле:

$$M_{total} = H \cdot C,$$

где  $H$  – высота перемешивания атмосферного воздуха (принимается на уровне 200, м);  $C$  – концентрация загрязнителя воздуха,  $\text{г/м}^3$  [18].

Оценка повышения качества атмосферного воздуха ( $I_{total}$ , %) за счет осаждения загрязнителей на ли-

стовую поверхность (в периоды без осадков) согласно методике [18] осуществлялась по формуле:

$$I_{total} = (F \times T_c) / (F \times T_c / 100 \times M_{total}) \times 100,$$

где  $F$  – поток загрязняющих веществ, мг/м<sup>2</sup>;  $M_{total}$  – общая масса загрязнителя воздуха на единицу древесного покрова, мг/м<sup>2</sup>;  $T_c$  – общая площадь зелёных насаждений парка, %.

### Результаты и их обсуждение

Рассчитанные значения процентного повышения качества воздуха при удалении зелёными насаждениями всех исследуемых поллютантов с листовой поверхности представлены в табл. 2. В ходе работы оценено, что преимущественно взвешенные частицы размером менее 2,5 микрон (PM<sub>2,5</sub>) оседают на листовых поверхностях зелёных насаждений, в отличие от других загрязняющих веществ, тем самым очищение воздуха от данных поллютантов на озелененной территории может быть максимальным. Данные мелкодисперсные поллютанты являются наиболее опасными для здоровья людей, повышают риск развития сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний.

**Таблица 2** – Значения процентного повышения качества воздуха на крупнейших площадях г. Н. Новгорода

Объект исследования	Повышение качества воздуха, %					
	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>
Пл. Комсомольская	0,001	0,27	1,08	0,40	1,35	0,57
Пл. Революции	0,006	0,97	3,88	1,45	4,86	2,07
Пл. Лядова	0,01	1,62	6,26	2,34	8,1	3,45
Пл. Советская	0,011	1,67	6,69	2,51	8,37	3,57
Пл. Маркина	0,017	2,64	10,58	3,96	13,23	5,64
Пл. Сенная	0,035	5,29	21,16	7,93	26,46	11,28
Пл. Горького	0,046	6,96	27,86	10,44	34,83	14,86
Пл. Свободы	0,056	8,42	33,69	12,63	42,12	17,97

Ежегодно на листовой поверхности деревьев г. Н. Новгорода осажается 10,945 тыс. т загрязнителей, что приводит к изменению их концентраций и соответствующему улучшению качества воздуха на 0,001–42,12%. Максимально осаждаются на листовую поверхность мелкие взвешенные частицы PM<sub>2,5</sub> и диоксид серы SO<sub>2</sub>, в наименьшей степени происходит и улавливание, и изменение концентрации монооксида углерода CO. Наиболее заметное повышение качества воздуха зафиксировано на хорошо озелененной пл. Свободы, ничтожно малые изменения получены для пл. Комсомольской, на территории которой практически отсутствуют зелёные насаждения.

На последнем этапе оценивался риск развития заболеваний населения [19]. Для оценки риска при комбинированном воздействии на организм человека исследуемых веществ, не приводящих к канцерогенным эффектам, были рассчитаны значения коэффициентов опасности (HQ) для каждого поллютанта согласно Р 2.1.10.1920-04 [20] по формуле:

$$HQ = AC/RfC,$$

где  $HQ$  – коэффициент опасности для неканцерогенных веществ;  $AC$  – средняя концентрация, мг/м<sup>3</sup>;  $RfC$  – референтная (безопасная) концентрация, мг/м<sup>3</sup>.

Для определения вероятности развития заболеваний верхних дыхательных путей и сердечно-сосудистых заболеваний у населения г. Н. Новгорода был рассчитан индекс опасности (HI) для неканцерогенных веществ, поступающих ингаляционным путем по формуле:

$$HI = \sum HQ_i,$$

где  $HQ_i$  – коэффициенты опасности для отдельных компонентов смеси воздействующих веществ [20].

При оценке риска развития заболеваний от поступающих в атмосферный воздух поллютантов, рассматривались три сценария:

- в условиях полного отсутствия зелёных насаждений (при вырубке имеющихся деревьев);
- в условиях существующего на данный момент озеленения;
- в условиях перспективного дополнительного озеленения площадей и транспортных развязок.

Результаты рассчитанных значений коэффициентов и индексов опасности неканцерогенных веществ представлены в таблице 3.

**Таблица 3** – Значения показателей неканцерогенного риска при комбинированном воздействии поллютантов

Показатели неканцерогенного риска	Значения показателей неканцерогенного риска		
	при отсутствии озеленения	при реальном озеленении	при перспективном озеленении
HQCO	0,26	0,21	0,16
HQSO <sub>2</sub>	1,1	0,82	0,62
HQNO <sub>2</sub>	0,19	0,16	0,12
HQO <sub>3</sub>	0,23	0,2	0,15
HQPM <sub>2,5</sub>	0,26	0,22	0,17
HQPM <sub>10</sub>	0,36	0,3	0,23
HI	2,4	1,91	1,45

Рассчитанные значения индекса опасности (HI) развития заболеваний как при отсутствии озеленения, так и при реальном озеленении превышают 1, что является неприемлемым. Однако при сравнении значений индекса опасности, рассчитанных для двух условий: при полном отсутствии зелёных насаждений и при существующем на данный момент озеленении снижение риска развития заболеваемости у населения г. Н. Новгорода при реальном озеленении в среднем по городу составило 25%, что объясняется улавливанием поллютантов листовой поверхностью древесной растительности.

В дальнейшем анализ базы данных инвентаризированных зелёных насаждений на крупнейших площадях г. Н. Новгорода, а также работа с космическими снимками позволили выявить потенциальные территории для перспективного озеленения крупнейших площадях г. Нижнего Новгорода.

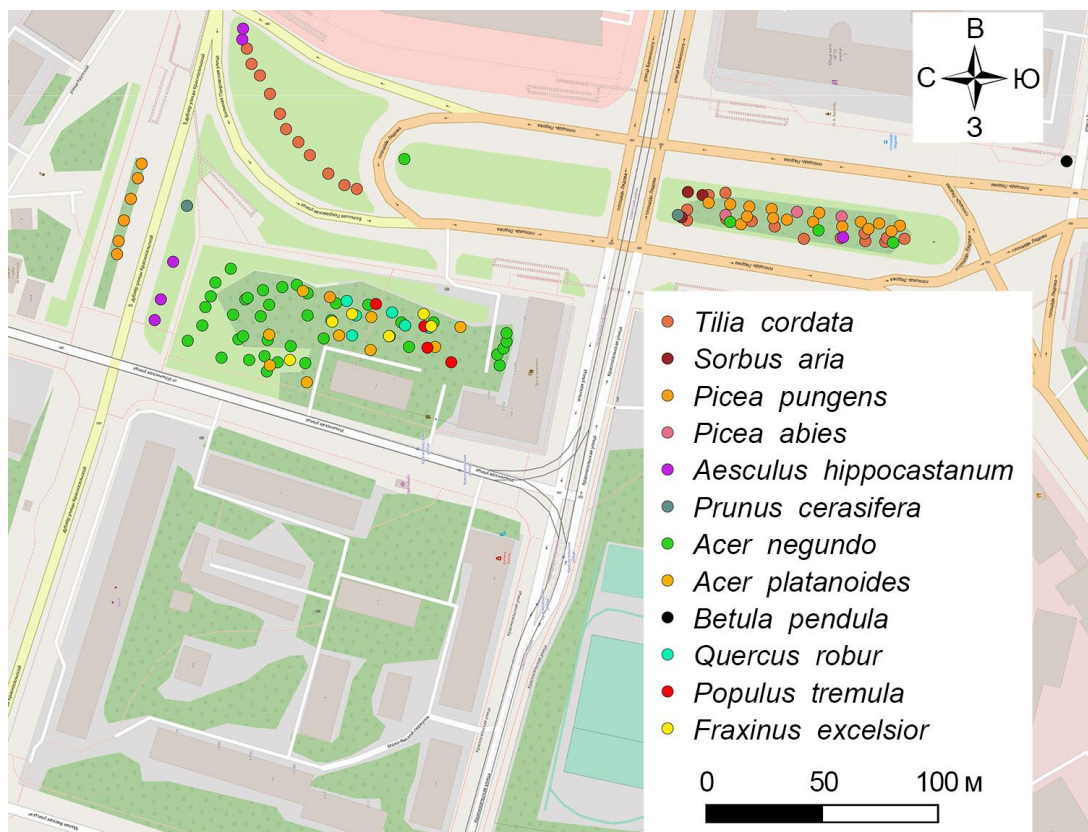
На основе созданных карт реального озеленения исследуемых площадей в программе QGIS Desktop были разработаны проекты по расширению озелене-



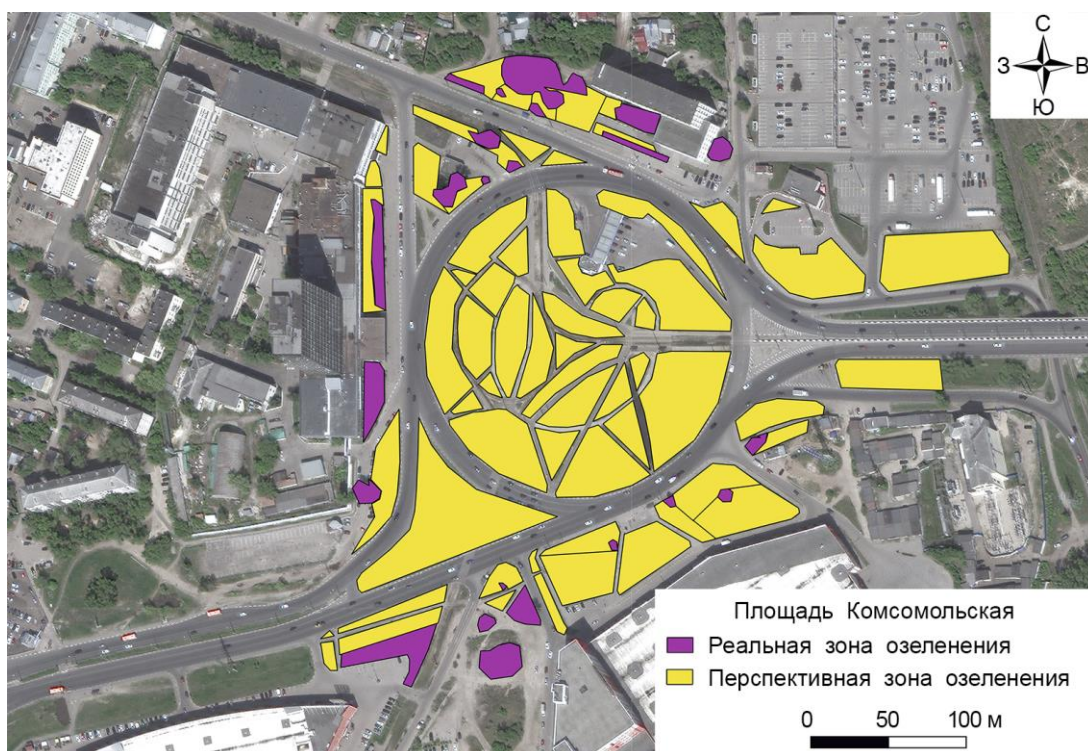
ния их территорий. В качестве примера на рис. 3 приведен проект по перспективному озеленению пл. Комсомольской. Согласно предложенному проекту, очистка атмосферного воздуха от приоритетных загрязнителей вблизи пл. Комсомольской может достичь 91,54%, т.е. увеличится на 83%.

Аналогичным образом были составлены проекты для всех объектов исследования.

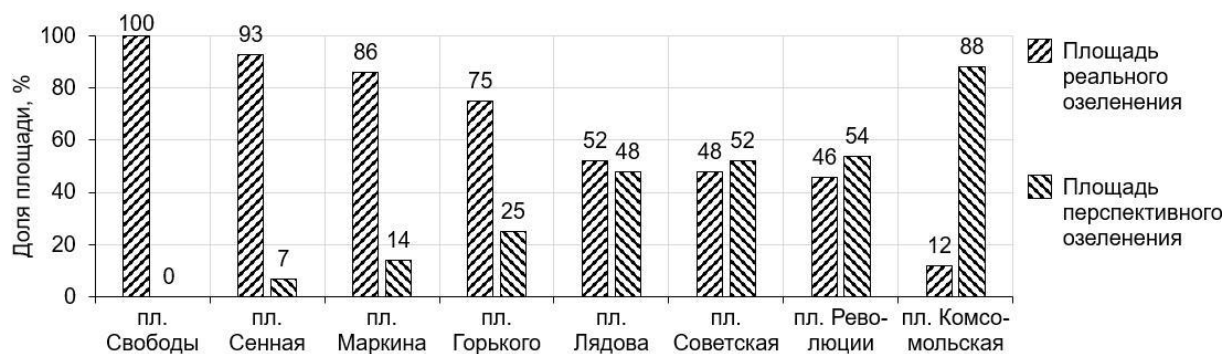
На рис. 4 представлено соотношение площадей реального и перспективного озеленения исследуемых территорий.



**Рисунок 2** – Карта древесно-кустарниковых насаждений пл. Лядова г. Н. Новгорода



**Рисунок 3** – Проект перспективного озеленения пл. Комсомольской г. Н. Новгорода



**Рисунок 4** – Процентное соотношение площадей при реальном и перспективном озеленении на исследуемых объектах

При реализации предложенных проектов перспективного озеленения: на пл. Лядова очистка воздуха древесным покровом составит 56,9% (увеличится на 13,8%), на пл. Советской – 69,78% (увеличится на 39,56%), на пл. Маркина – 52,65% (увеличится на 5,3%), на пл. Горького – 75,9% (увеличится на 24%), на пл. Сенной – 50,73% (увеличится на 1,46%), на пл. Революции – 67,5% (увеличится на 35,1%), Для пл. Свободы проект перспективного озеленения не создавался, т.к. территория озеленена в полной мере (рис. 4).

#### Заключение

При реализации проектов перспективного озеленения риск развития заболеваемости органов дыхания и сердечно-сосудистой системы у населения г. Н. Новгорода составит 1,45 (табл. 3), т.е. снизится на 0,34 (25%) в среднем по городу. Тем самым подтверждается высокая роль зелёных насаждений города в повышении качества атмосферного воздуха и, соответственно, сохранении здоровья горожан.

Однако зелёные насаждения не могут полностью компенсировать негативные последствия индустриализации и автомобилизации. Для того чтобы оптимизировать состояние окружающей среды в городе, необходимо применять комплексные меры по защите качества атмосферного воздуха, например, реализовывать переход автомобильного транспорта на более экологически чистые виды топлива, расширять инфраструктуры общественного транспорта, вводить более строгое законодательство в области по регулированию загрязнения атмосферного воздуха.

Полученные результаты в виде рекомендаций переданы сотрудникам МКУ «Горкомэкологии Нижнего Новгорода» для принятия взвешенных решений по компенсационному озеленению территории г. Н. Новгорода.

#### Список литературы:

1. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM<sub>2,5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide // Report World Health Organization, 2021. 290 p.
2. Derksen M.L., van Teeffelen A.J.A., Verburg P.H. Quantifying urban ecosystem services based on high-resolution data of urban green space: an assessment for Rotterdam, the Netherlands // Journal of Applied Ecology. 2015. Vol. 52, iss. 4. P. 1020–1032. DOI: 10.1111/1365-2664.12469.
3. Годовой отчет о ходе реализации пилотной государственной программы Российской Федерации «Раз-

витие транспортной системы» и об оценке ее эффективности в 2021 году [Электронный ресурс] // Министерство транспорта Российской Федерации. <https://mintrans.gov.ru/documents/11/11833>.

4. Camps-Calvet M., Langemeyer J., Calvet-Mir L., Gomez-Baggethun E. Ecosystem services provided by urban gardens in Barcelona, Spain: insights for policy and planning // Environmental Science & Policy. 2016. Vol. 62. P. 14–23. DOI: 10.1016/j.envsci.2016.01.007.

5. Baines O., Wilkes P., Disney M. Quantifying urban forest structure with open-access remote sensing data sets // Urban Forestry & Urban Greening. 2020. Vol. 50. DOI: 10.1016/j.ufug.2020.126653.

6. Guerry A.D., Smith J.R., Lonsdorf E., Daily G.C., Wang X., Chun Y. Urban nature and biodiversity for cities. Washington: World Bank, 2021. 48 p.

7. Экосистемные услуги России: прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем / ред.-сост. Е.Н. Букварёва, Д.Г. Замолотчиков. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016. 148 с.

8. Экосистемные услуги России: прототип национального доклада. Т. 2. Биоразнообразие и экосистемные услуги: принципы учета в России / сост. Е.Н. Букварёва, Т.В. Свиридова. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы. 2020. 252 с.

9. Экосистемные услуги России: прототип национального доклада. Т. 3. Зелёная инфраструктура и экосистемные услуги крупнейших городов России / ред. О.А. Климанова. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы. 2021. 112 с.

10. Akaraci S., Feng X., Suesse T., Jalaludin B., Astell-Burt T. Associations between green space, air pollution and birthweight in Sydney Metropolitan Area, Australia // Urban Forestry & Urban Greening. 2022. Vol. 76. DOI: 10.1016/j.ufug.2022.127726.

11. Gelashvili D.B., Solovyeva I.V., Belova I.V., Tochilina A.G., Yakimov B.N., Zaznobina N.I., Molkova E.D., Filashikhin N.A. Ecological structure of the public transportation microbiocenosis // Biology Bulletin. 2020. Vol. 47, № 10. P. 1301–1308. DOI: 10.1134/s1062359020100052.

12. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Нижегородской области [Электронный ресурс] // <https://52.rosstat.gov.ru>.

13. Автопром в России. Итоги 2022 года, перспективы [Электронный ресурс] // Аналитическое агентство «Автостат». <https://www.autostat.ru/research/product/491>.

14. ГОСТ Р 56162-2019. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах раз-ной категории. М.: Стандартинформ, 2019. 16 с.

15. Шаров А.Ю., Шомин И.И. Экологическая безопасность на автомобильном транспорте: метод. указания. Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. 25 с.

16. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2021 год. М.: Росгидромет, 2022. 220 с.

17. Nowak D.J. Understanding i-Tree: summary of programs and methods. Madison, 2020. 105 p.

18. Hirabayashi S., Kroll C.N., Nowak D.J., Endreny T.A. i-Tree eco dry deposition model descriptions. Washington, 2015. 46 p.

19. Онищенко Г.Г. Оценка и управление рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации // Анализ риска здоровью. 2013. № 1. С. 4–14.

20. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p><b>Большакова Анжела Дмитриевна</b>, аспирант кафедры экологии; Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (г. Нижний Новгород, Российская Федерация). E-mail: anzhela.bolschakova@yandex.ru.</p> <p><b>Зазнобина Наталья Ивановна</b>, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии; Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (г. Нижний Новгород, Российская Федерация). E-mail: nzaznobina@mail.ru.</p> <p><b>Ковалева Таисия Александровна</b>, магистрант кафедры экологии; Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (г. Нижний Новгород, Российская Федерация). E-mail: kovalevataisia79@gmail.com.</p>	<p><b>Bolshakova Anzhela Dmitrievna</b>, postgraduate student of Ecology Department; National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (Nizhny Novgorod, Russian Federation). E-mail: anzhela.bolschakova@yandex.ru.</p> <p><b>Zaznobina Natalya Ivanovna</b>, candidate of biological sciences, associate professor of Ecology Department; National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (Nizhny Novgorod, Russian Federation). E-mail: nzaznobina@mail.ru.</p> <p><b>Kovaleva Taisiya Aleksandrovna</b>, master student of Ecology Department; National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (Nizhny Novgorod, Russian Federation). E-mail: kovalevataisia79@gmail.com.</p>

**Для цитирования:**

Большакова А.Д., Зазнобина Н.И., Ковалева Т.А. Роль зелёных насаждений в повышении качества здоровья городского населения (на примере г. Нижнего Новгорода) // Самарский научный вестник. 2023. Т. 12, № 1. С. 27–33. DOI: 10.55355/snv2023121104.