



**Введение.** *Актуальность темы:* На сегодняшний день в Кировском районе Саратова наблюдается высокое антропогенное воздействие на окружающую среду. Одной из главных проблем района является сильная запыленность и загазованность улиц, которая приводит к ухудшению здоровья людей и их качества жизни.

*Цель работы:* исследовать состояние атмосферного воздуха Кировского района города Саратова.

*Цель работы достигалась решением ряда задач:*

- дать характеристику природных особенностей города Саратова и Кировского района;
- рассмотреть экологические проблемы г. Саратова и Кировского района;
- провести анализ загрязнения снежного покрова на различных участках района;
- определить количественное содержание пыли весовым и аспирационным методами;
- провести исследование транспортной нагрузки на участках с высокой интенсивностью автомобилепотока;
- выявить уровень загрязнения атмосферного воздуха Кировского района.

*Объект исследования:* Кировский район г. Саратова.

*Методы исследования, использованные в работе:* литературный, аналитический, сравнительный и картографический метод с использованием программы MapInfo.

*Материалами для магистерской работы послужили:* полевые исследования, картографические материалы лаборатории урбоэкологии и регионального анализа, литературные и интернет источники.

*Положения, выносимые на защиту:*

1. На состояние воздушного бассейна Кировского района оказывают влияние особенности географического положения и климатические условия.

2. Качество воздуха в Кировском районе ухудшилось за счёт увеличения количества транспорта, некачественного дорожного покрытия, плотной жилой застройки, сокращения количества зелёных насаждений.

*Структура и объем работы.* Магистерская работа включает введение, четыре раздела, заключение, список используемых источников из 28 наименований и приложения. Общий объём работы составляет 84 страницы, в том числе 15 таблиц и 27 рисунков.

### **Основное содержание работы**

**1. «Экологические проблемы городов».** Экологическая проблема представляет собой нарушение природной среды в результате антропогенных воздействий или стихийных бедствий, ведущее к изменению структуры и функционирования природы (Бурко, Р.А., 2013).

В наиболее крупных городах экологические проблемы связаны с избыточной концентрацией населения, промышленных предприятий и транспорта на сравнительно небольших территориях, с возникновением антропогенных ландшафтов, весьма далеких от состояния экологического равновесия (Экологические проблемы... [Электронный ресурс], 2022).

**2. «Физико-географическая характеристика г. Саратова».** Город Саратов – муниципальное образование со статусом городского округа в составе Саратовской области Российской Федерации. В состав городского округа (с 1 января 2022 года) Законом Саратовской области присоединены 80 населенных пунктов Саратовского муниципального района, Численность населения городского округа в новых границах (в г. Саратов и Саратовском муниципальном районе) составляет 880719 человек; площадь муниципального образования «Город Саратов» увеличилась на 1935,5 квадратных километров и

составила 2329,53 квадратных километров (Администрация муниципального образования... [Электронный ресурс], 2022).

Город протянулся вдоль Волги на 34 км от реки Гусёлки на севере до железнодорожной станции Нефтяной на юге. Центральная и южная части города расположены в котловине (высота над уровнем моря 50-80 метров), окружённой с трёх сторон невысокими горами Приволжской возвышенности.

**3. «Природно-антропогенные условия Кировского района г. Саратова».** Кировский район (площадь – 33,05 км<sup>2</sup>, численность населения – 149,952 тыс. чел.) образован в 1936 г. Территория Кировского района включает в себя центральную и северную части города. На западе район граничит с Ленинским районом, на юге - с Фрунзенским, на востоке - с Волжским (Администрация Кировского района... [Электронный ресурс], 2022).

Используя программу MapInfo и космические снимки, были проведены расчеты (табл. 1) и составлена карта-схема (рис. 1), отражающие функциональную структуру территории Кировского района.

Таблица 1 - Структура функционального использования территории Кировского района г. Саратова (составлено автором по материалам [13,14])

Вид использования земель	Доля от площади района, %
1	2
<i>Экологически положительные участки</i>	<b>14</b>
Зеленые насаждения	10,6
Садово-дачное использование	3,4
<i>Экологически нейтральные участки</i>	<b>35,4</b>
Селитебная застройка	29,3
Общественно-деловая зона	6,1
<i>Экологически отрицательные участки</i>	<b>50,6</b>
Режимные объекты	2,4
Промышленная застройка	12,3
Гаражная застройка	1,8
Зона кладбищ	2,0
Сельско-хозяйственные земли	14,7
Прочие территории	17,4

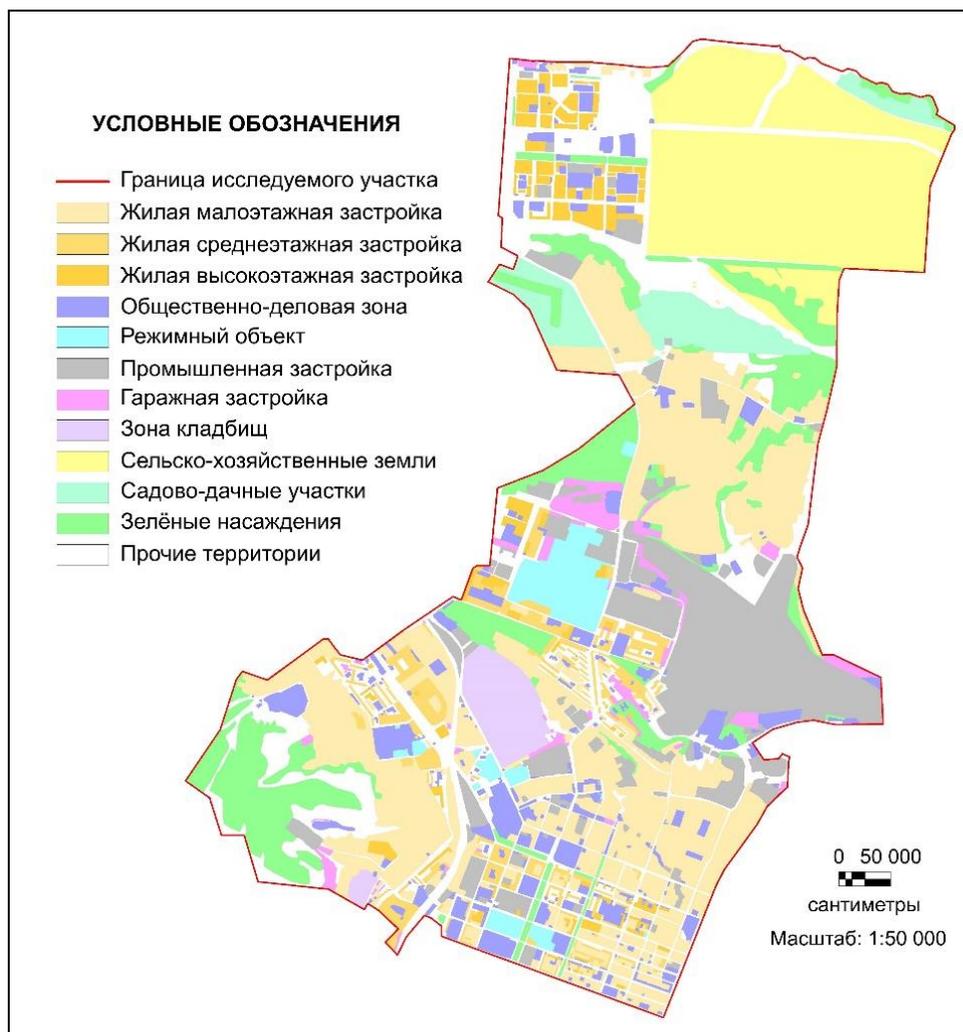


Рисунок 1 – Функциональное зонирование Кировского района г. Саратова  
(составлено по материалам [11])

Согласно проведенным расчетам следует, что на экологически положительные участки приходится 14% от площади Кировского района, на экологически нейтральные участки – 35,4%, на экологически отрицательные участки – 50,6%.

**4. «Анализ состояния воздушного бассейна Кировского района г. Саратова».** Одним из наиболее исследуемых планшетов- накопителей в России является снеговой покров (Горшкова М.В., 2010).

На ранее составленную карту-схему функционального зонирования были наложены углы наклона поверхности и при помощи функции «оверлей»

составлена модель урболандшафтного районирования Кировского района г. Саратова (рис. 2).

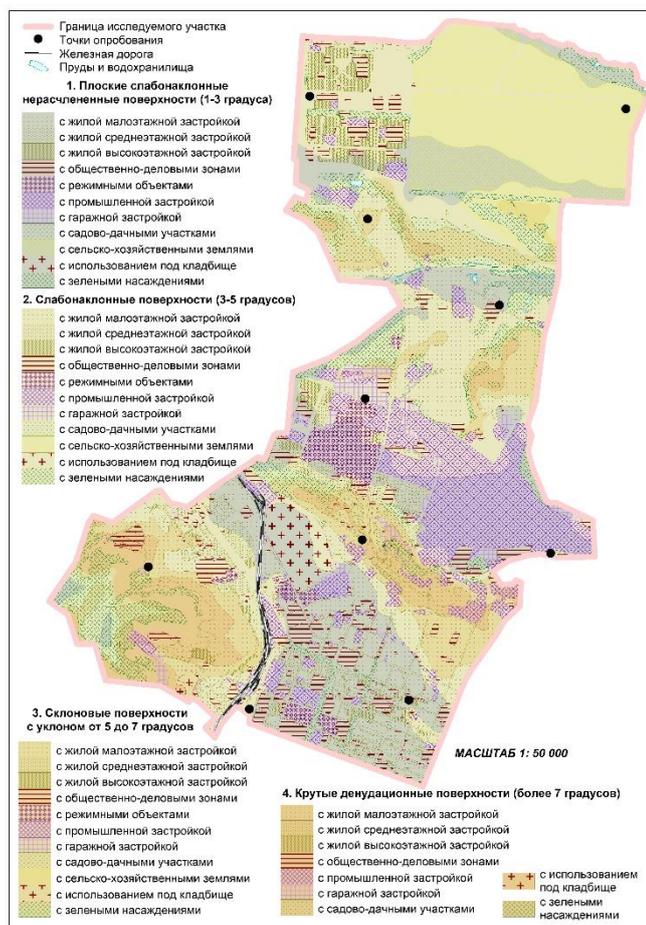


Рисунок 2 – Урболандшафтное районирование Кировского района г. Саратова (составлено автором по материалам [11])

На следующем этапе исследования проводилось определение уровня загрязнения пылью снежного покрова на 10 точках в Кировском районе г. Саратова. Пробы снега были отобраны согласно руководству по контролю загрязнения атмосферы (Руководство по контролю..., 1991).

Далее была произведена фильтрация талой воды через бумажные фильтры (предварительно взвешенные на электронных аналитических весах), удерживающие нерастворимую фракцию, для дальнейшего определения веса пыли. Бумажный фильтр с осевшей на нем фракцией высушивался и повторно взвешивался на электронных весах для определения веса атмосферной пыли,

выпавшей за период с 16 декабря 2021 г. по 27 февраля 2022 г. на площадь шурфа.

Пересчет веса пыли ( $P$ ) на единицу площади в единицу времени производился по формуле:

$$P = P_a / S \cdot T,$$

где  $P_a$  — вес пыли, осажженной снегом,  $S$  — проективная площадь осаднения,  $T$  — временной интервал в сутках между моментом опробования и датой установления устойчивого снежного покрова (Хронология российской статистики [Электронный ресурс], 2022). Наибольшая пылевая нагрузка фиксировалась в точках 3, 6 и 7. (табл. 2).

Таблица 2 - Пылевая нагрузка в точках отбора снеговых проб по данным инструментальных замеров (составлено автором)

№	Место отбора пробы	Дата отбора пробы	Площадь отбора пробы, м <sup>2</sup>	Масса фильтра, мг	Масса фильтра с осадком, мг	Масса пылевого осадка, мг	Вес пыли, мг/м <sup>2</sup> в сут.
1	Ул. Посадского 180/198	27.02.2022	1	827,4	894,2	66,8	91,5
2	Ул. Техническая, 1Б	27.02.2022	1	815,2	857,6	42,4	58,08
3	Привокзальная площадь	27.02.2022	1	829,3	919,4	90,1	123,42
4	Ул. Волгоградская, 45	27.02.2022	1	828,4	851,4	23,0	31,50
5	Ул. Безымянная, 1	27.02.2022	1	851,1	909,0	57,9	79,31
6	Ул. Аэропорт, 42	27.02.2022	1	830,5	916,6	86,1	117,94
7	Ул. Зерновая, 33	27.02.2022	1	823,2	910,0	86,8	118,90
8	Ул. 1-я Гусёлка, 50	27.02.2022	1	830,0	902,3	72,3	99,05
9	Ул. Топольчанская/ Просп. Героев Отечества	27.02.2022	1	831,0	870,0	39,0	53,42
10	Остановка «Поворот на кирпичный завод»	27.02.2022	1	822,5	866,0	43,5	59,59

Для анализа содержания пыли весовым методом в различных урболандшафтных участках Кировского района г. Саратова было отобрано 37 проб. Отбор проб проводился на обочине вдоль уличных бордюров на участках

площадью 1 м<sup>2</sup> в жилых зонах разной этажности, общественно-деловых зонах, режимных и промышленных объектах, гаражной застройки, садово-дачных участках, с/х землях, кладбищах, зонах с зелёными насаждениями на различных углах наклонов (Методы и приборы контроля..., 2003).

Затем, в учебно-научной лаборатории «Урбоэкологии и регионального анализа» на аналитических весах производилось взвешивание образцов.

Среднее количество пыли на урболандшафтном участке с углом наклона 1-3° составило – 245,9 г, 3-5° - 232,7 г., 5-7° - 226,2 г., 7° и выше – 106,7 г. Таким образом, полученные результаты данного исследования подтверждают данные о том, что чем больше угол наклона местности, тем ниже аккумуляция веществ, в нашем случае – пыли.

Концентрация пыли в воздухе, согласно санитарным нормам, не должна превышать установленных: максимально разовых концентраций – 0,5 мг/м<sup>3</sup>, среднесуточных – 0,15 мг/м<sup>3</sup> (Предельно допустимые концентрации... [Электронный ресурс], 2022). В исследовании при отборе проб воздуха был использован прибор «Аспиратор ПУ-3Э». Отобранные пробы (7 точек) анализировались в лаборатории «Урбоэкологии и регионального анализа» СГУ на электронных весах Vibra Shinko Denshi.

Наиболее запыленный атмосферный воздух был выявлен на участках, расположенных вблизи автомагистралей, где зафиксировано интенсивное движение автотранспорта. В данном случае это были участки городской территории со скоплением автомобилей от 728 до 2208 в час в «пиковые» часы.

По данным Управления ГИБДД ГУ МВД России по Саратовской области по состоянию на 1 января 2016 года в городе зарегистрировано 310,8 тыс. единиц автомобильного транспорта, из них на долю легковых автомобилей приходится до 85% (Хронология российской статистики [Электронный ресурс], 2022).

Для определения интенсивности транспортного потока на дорогах, граничащих с ключевыми участками, было проведено исследование по

методике А.И. Федоровой и А.Н. Никольской (2003) (Федорова, А.И., 2003). Было отобрано 7 участков для проведения исследования. Критериями выбора было наличие: интенсивного автомобильного потока, разных функциональных зон, а также расположенных на разных высотах над у. м.

Оценка концентрации оксида углерода рассчитывалась по следующей формуле:

$$K_{CO}=(0,5+0,01N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{II} \cdot K_Y,$$

где 0,5 – фоновое загрязнение атмосферного воздуха оксидом углерода нетранспортного происхождения, мг/м<sup>3</sup>;

N - суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге, авто/час;

$K_A$  - коэффициент, учитывающий аэрацию местности;

$K_C$  - коэффициент, учитывающий изменение концентрации оксида углерода в зависимости от скорости ветра;

$K_B$  - коэффициент, учитывающий изменение концентрации оксида углерода в зависимости от влажности воздуха;

$K_{II}$  - коэффициент, увеличения загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода у пересечений улиц;

$K_Y$  – коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода в зависимости от величины продольного уклона;

$K_T$  – коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух окиси углерода.

ПДК выбросов автотранспорта по окиси углерода равно 5 мг/м<sup>3</sup>.

Результаты расчётов занесены в таблицу 3.

Таблица 3 - Оценка концентрации оксида углерода на ключевых точках Кировского района г. Саратова (составлено автором)

№ точки	N	K <sub>T</sub>	K <sub>A</sub>	K <sub>У</sub>	K <sub>C</sub>	K <sub>B</sub>	K <sub>П</sub>	K <sub>CO</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Превышение ПДК
1	1596	1,304	1	1,06	2	0,75	1,8	60,99	12,2
2	854	1,184	0,6	1,07	2	0,75	2,2	22,48	4,5
3	2208	1,075	1	1,07	2	0,75	1,8	70,02	14
4	1647	1,042	0,6	1,06	2	0,75	1,8	30,33	6,1
5	728	4,772	0,6	1,06	2	0,75	1,8	60,51	12,1
6	2052	1,166	1	1,55	2	0,75	1,9	107,9	21,6
7	934	1,013	1	1,06	2	0,75	1,8	28,51	5,7

Превышение ПДК отмечается на всех исследуемых участках. Наибольшее превышение (в 21,6 раз) в точке 6 (на перекрестке Ул. Танкистов/1-й Магнитный проезд), где отмечалось наибольшее количество автомобилей, в том числе автобусов.

Используя экспертную оценку различных показателей, характеризующих ключевые участки на придорожных территориях в Кировском районе, была проведена предварительная дифференциация исследуемых участков на экологические группы (табл. 4) (Пичугина, Н.В., 2018).

Таблица 4 - Оценка экологического состояния ключевых участков на придорожных территориях в Кировском районе г. Саратова (составлено автором по таблицам 4,5,6, приложению Л)

Показатель	Оценка показателей <sup>1</sup> по ключевым участкам, баллы						
	1	2	3	4	5	6	7
Абсолютная высота	5	4	2	5	4	3	5
Функциональное использование	3	3	3	3	3	4	4
Интенсивность транспортного потока	3	1	5	4	1	5	1
Уровень загрязнения CO	3	1	3	1	3	5	1
Уровень загрязнения воздуха пылью	2	2	3	2	1	5	4
Проветриваемость территории	4	4	3	4	4	3	5
Всего	20	15	19	19	16	25	18
Экологическая группа <sup>3</sup>	3	2	3	3	3	4	3

Примечания: 1. Оценка показателей дается в соответствии со следующими градациями: Абсолютная высота (таблица 4): 1 балл – 115-130 м; 2 балла – 115-100 м; 3 балла – 100-85 м; 4 балла – 85-70 м; 5 баллов – 70-55 м. Функциональное использование территории, находящейся в радиусе до 200 м от точки наблюдения (табл. 4), определяется как среднее арифметическое значение: 1 балл – зеленые насаждения (ЗН); 2 балла – режимный объект (РО); 3 балла – образовательное учреждение (ОУ), общественно-деловая зона (ОДЗ); 4 балла – жилая застройка (ЖЗ); 5 баллов – промышленная застройка (ПЗ), Интенсивность транспортного потока (таблица 5): 1 балл – 700-1000 шт./ч; 2 балла – 1000-1300 шт./ч.; 3 балла – 1300-1600 шт./ч.; 4 балла – 1600-1900 шт./ч.; 5 баллов – 1900-2200 шт./ч. Уровень загрязнения СО (таблица 7) 1 балл – 20-40 мг/м<sup>3</sup>; 2 балла – 40-60 мг/м<sup>3</sup>; 3 балла – 60-80 мг/м<sup>3</sup>; 4 балла – 80-100 мг/м<sup>3</sup>; 5 баллов – 100-120 мг/м<sup>3</sup>. Уровень загрязнения воздуха пылью (табл. М.1) 1 балл – 0,3-0,6 мг; 2 балла – 0,6-0,9 мг; 3 балла – 0,9-1,2 мг; 4 балла – 1,2-1,5 мг; 5 баллов – 1,5-1,8 мг. Проветриваемость территории: 1 балл – хорошо проветриваемая территория; 2 балла – относительно хорошо проветриваемая территория; 3 балла – удовлетворительно проветриваемая территория; 4 балла – плохо проветриваемая территория; 5 баллов – очень плохо проветриваемая территория.

2. Экологическая группа определяется по сумме баллов за все показатели: 1 группа – 6-10 баллов; 2 группа – 11-15 баллов; 3 группа – 16-20 баллов; 4 группа – 21-25 баллов; 5 группа – 26-30 баллов.

Согласно полученным результатам, участки распределились следующим образом по экологическим группам: к экологически неблагоприятной группе относится участок № 6 (Ул. Танкистов / 1-й Магнитный проезд), остальные участки относятся к экологически нейтральной группе.

**Заключение.** Таким образом, одной из главных экологических проблем Кировского района является высокий уровень запылённости воздушного бассейна. На изучаемых участках среднее превышение ПДК пыли в воздухе составляет 1,8 раза.

Также в Кировском районе отмечается очень высокий уровень загрязнения воздуха оксидом углерода. Это обусловлено, прежде всего, увеличением в последние годы трафика автомобильного транспорта. В среднем содержание оксида углерода в воздухе превышает ПДК в 11 раз.

Основными причинами загрязнения воздушного бассейна являются: географическое положение, климатические условия, интенсивный транспортный поток, некачественное дорожное покрытие, низкое качество благоустройства зеленых зон, малоэффективная ливневая канализация и нарушение планировочной структуры и урболандшафтных особенностей территории.

Существуют различные способы решения проблемы загрязнения пылью и оксидом углерода воздушного пространства: современное дорожное покрытие (пористость и водо-проницаемость), снижение автомобилепотока

(популяризация общественного, велосипедного транспорта), увеличение количества и качества зелёных насаждений (пылезащитные полосы зелёных насаждений вдоль жилых и общественно деловых зон, развитие вертикального озеленения домов) механизированная уборка дорожного покрытия должна проводиться повсеместно и систематически, развитие сети мониторинга состояния воздушного бассейна Кировского района, установка датчиков углекислого газа внутри умных уличных фонарей, которые могут в режиме реального времени предоставлять информацию о районах, наиболее пострадавших от загрязнения воздуха.