

УДК 528.9

## ***МЕТОДЫ И ПОКАЗАТЕЛИ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА***

***Хакимова Д.Р.***

*студент,*

*Уфимский университет науки и технологий,*

*Уфа, Россия*

***Бакиева Э.В.***

*канд. пед. наук, доцент*

*Уфимский университет науки и технологий,*

*Уфа, Россия*

### **Аннотация**

В статье рассмотрены теоретические основы картографирования загрязнения атмосферного воздуха. Определена роль потенциала загрязнения атмосферы как метеорологической характеристики, влияющей на пространственное распределение примесей, выделены два основных его типа. Представлена классификация источников выбросов по характеру локализации, режиму работы и характеру выброса с указанием способов их отображения. Особое внимание уделено проблеме пространственной интерполяции данных мониторинга. При интерполяции данных мониторинга используется географический подход, учитывающий барьерную роль форм рельефа и характера застройки. Показаны преимущества интеграции данных инвентаризации, стационарного мониторинга Росгидромета и дистанционных методов для создания карт, отражающих реальную экологическую обстановку.

**Ключевые слова:** атмосфера, источники загрязнения атмосферы, картографирование загрязнения атмосферы, экологическое картографирование, пространственный анализ.

***METHODS AND INDICATORS FOR MAPPING ATMOSPHERIC AIR  
POLLUTION***

***Khakimova D.R.***

*student,*

*Ufa University of Science and Technology,*

*Ufa, Russia*

***Bakieva E.V.***

*candidate of pedagogical sciences, associate professor,*

*Ufa University of Science and Technology,*

*Ufa, Russia*

**Abstract**

The article discusses the theoretical foundations of mapping atmospheric air pollution. The role of atmospheric pollution potential as a meteorological characteristic affecting the spatial distribution of impurities is determined, and two main types of pollution are identified. The classification of emission sources by type of localization, mode of operation, and type of emission is presented, indicating how they are displayed. Special attention is paid to the problem of spatial interpolation of monitoring data. When interpolating monitoring data, a geographical approach is used that takes into account the barrier role of landforms and the nature of buildings. The advantages of integrating inventory data, stationary monitoring of the Russian Hydrometeorological Service and remote methods for creating maps reflecting the real environmental situation are shown.

**Keywords:** atmosphere, sources of atmospheric pollution, mapping of atmospheric pollution, environmental mapping, spatial analysis.

Основная задача карт загрязнения атмосферы – отобразить, в каких районах концентрация вредных примесей выше, а в каких – ниже. Картографирование загрязнения атмосферного воздуха начинается с анализа Дневник науки | [www.dnevniknauki.ru](http://www.dnevniknauki.ru) | СМЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

факторов, определяющих пространственное распределение примесей. Сочетание естественных метеорологических условий, влияющих на рассеивание выбросов, образует потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА), который определяется как сочетание метеорологических факторов, обуславливающих уровень возможного загрязнения атмосферы от источников в данном географическом районе. С картографической точки зрения ПЗА представляет собой важнейший объект отображения, поскольку он показывает, во сколько раз средний уровень загрязнения в конкретном районе будет выше или ниже эталонного значения. Различают два типа ПЗА, имеющих разное картографическое выражение (Таблица – 1).

Таблица – 1

## Виды потенциала загрязнения атмосферы (составлена авторами)

Тип ПЗА	Характеристика
Климатический ПЗА	Отражает среднюю многолетнюю повторяемость неблагоприятных для рассеяния метеоусловий. Является стабильной характеристикой, что позволяет использовать его для построения обзорных мелкомасштабных карт. Картографирование выполняется способом изолиний на основе данных ограниченного числа аэрологических станций.
Метеорологический ПЗА	Определяется конкретными метеоусловиями и характеризуется значительно большей пространственной и временной изменчивостью. Является предметом среднемасштабного картографирования с использованием данных более густой сети метеостанций.

При картографировании ПЗА важное значение имеет географическая интерполяция данных, поскольку величины параметров даже при равнинном рельефе могут различаться в несколько раз в зависимости от расположения метеостанции. Данными наблюдений обеспечены единицы элементов рельефа, что требует применения методов ландшафтной интерполяции.

Источники загрязнения атмосферы как объекты картографирования классифицируются по ряду признаков, определяющих выбор способов их отображения:

- по характеру локализации – точечные (трубы предприятий, котельные), линейные (автомобильные и железные дороги, трубопроводы), площадные (промышленные зоны, территории городов);
- по режиму работы – стационарные (постоянно действующие) и передвижные (транспортные средства) [1];
- по характеру выброса – постоянные и залповые (аварийные).

Картографирование источников загрязнения выполняется в различных масштабах с использованием специфических методов. При разработке материалов экологического нормирования используются планы предприятий масштаба 1:500–1:5000, на которых показывается плановое положение источников выбросов, характеристика источников (наименование, удельные выбросы в г/с, режим работы) дается в табличных материалах.

Картографирование на основе данных статистической отчетности (форма 2-ТП «воздух») выполняется в крупных масштабах (1:25 000–1:50 000) для территорий городов и их частей. Для показа объемов и структуры выбросов используются структурные значки. Размер знака должен соответствовать суммарной величине выбросов, а внутренняя структура раскрывать состав выброса по основным ингредиентам. Форма и цвет значка несут качественную информацию (класс опасности предприятия, тип производства), размер и внутренняя структура – количественную.

При картографировании суммарных выбросов по городам и регионам важно использовать приведенные суммы выбросов, учитывающие различия в степени экологической опасности веществ, что существенно меняет картину по сравнению с простыми арифметическими суммами [3].

Для обзорных мелкомасштабных карт используются картограммы и картодиаграммы, позволяющие представить распределение выбросов по административно-территориальным единицам.

Показатели загрязнения атмосферного воздуха подразделяются на поингредиентные (частные) и интегральные (комплексные). С Дневник науки | [www.dnevniknauki.ru](http://www.dnevniknauki.ru) | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

картографической точки зрения важны оба типа, но выбор способа изображения зависит от масштаба и целевого назначения карты. Поингредиентные показатели включают абсолютные значения концентраций поллютантов в  $\text{мг/м}^3$ ; значения, нормированные на ПДК; показатели повторяемости превышений ПДК в процентах. Эти показатели могут быть представлены на картах способом значков (в точках отбора проб), способом изолиний (для полей концентраций) или способом локализованных диаграмм (для отображения временной динамики).

Использование ИЗА позволяет создать единую шкалу для картографирования, что особенно важно при составлении оценочных карт и карт экологического районирования [4].

Долговременное загрязнение воздуха картографируется по прямым данным наблюдений на стационарных постах. Однако число постов в городах ограничено, что создает проблему пространственной интерполяции. Расстояние между постами обычно составляет километры, а функциональные зоны между ними сменяют друг друга неоднократно. Поэтому при картографировании по прямым данным интерполяция выполняется схематично, практически без учета планировочной структуры городов. Косвенными методами оценки долговременного загрязнения служат материалы лишеноиндикации; результаты картографирования загрязнения почв и снежного покрова; данные дистанционного зондирования.

Кратковременное загрязнение воздуха при неблагоприятных метеоусловиях картографируется на основе подфакельных наблюдений и контроля санитарно-защитных зон предприятий. Особенность заключается в необходимости отображения не одной неблагоприятной ситуации, а их совокупности. Карта должна быть расчленяема по конкретным метеорологическим ситуациям для разработки профилактических мероприятий.

Основным источником информации об объемах выбросов служат данные инвентаризации, проводимой предприятиями при разработке томов предельно  
Дневник науки | [www.dnevniknauki.ru](http://www.dnevniknauki.ru) | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

допустимых выбросов (ПДВ). Эти материалы содержат детальную характеристику каждого источника: высоту, диаметр устья, температуру и скорость выхода газовой смеси, удельные выбросы по каждому ингредиенту в граммах в секунду.

Государственная статистическая отчетность по форме 2-ТП (воздух) содержит обобщенные сведения о выбросах по предприятиям, городам и регионам в целом. При использовании этих данных для картографирования важно учитывать их ограничения: они представляют собой арифметические суммы без учета токсичности веществ, а также не отражают временную динамику выбросов.

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха [2] осуществляется Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) на стационарных постах. Программа наблюдений включает определение концентраций основных загрязняющих веществ (пыль, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота) и специфических веществ, характерных для выбросов предприятий данного города.

С картографической точки зрения важны:

- пространственная привязка – координаты каждого поста должны быть точно определены для корректного нанесения на карту;
- временная привязка – фиксация даты и времени отбора проб, что позволяет анализировать динамику загрязнения;
- интерполяция – распространение точечных данных на площадь с учетом ландшафтных особенностей.

Ключевым инструментом для оперативной оценки пространственного распределения примесей в атмосфере в настоящее время является дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ). ДЗЗ предоставляет широкие возможности для картографирования загрязнения атмосферы. Космические и аэрофотоснимки обеспечивают территориально полное изучение больших площадей, состояние которых зафиксировано на единый момент времени.

Для картографирования загрязнения атмосферы используются [5]:

- дешифрирование дымовых шлейфов – позволяет определять направление и дальность распространения выбросов;
- оценка запыленности городской атмосферы – по спектральной яркости подстилающей поверхности;
- картирование зон загрязнения снежного покрова – наиболее эффективно в весенний период, когда загрязненные участки становятся видимыми на фоне чистого снега.

Спектральная яркость снежного покрова может быть количественно охарактеризована с помощью оптических приборов и компьютерных программ обработки изображений. Установлены корреляционные зависимости между спектральными характеристиками и концентрациями загрязняющих веществ, что позволяет переходить от визуальной интерпретации к количественным оценкам.

Таким образом, теоретико-методологическая база картографирования загрязнения атмосферного воздуха включает: классификацию объектов картографирования, систему показателей, методы пространственно-временной интерпретации данных и приемы картографического изображения. Интеграция данных инвентаризации, мониторинга и дистанционного зондирования с использованием географического подхода к интерполяции позволяет создавать карты, адекватно отражающие реальную экологическую обстановку.

### **Библиографический список:**

1. Адельмурзина И. Ф. Составление картосхемы стационарных источников загрязнения атмосферы на примере Орджоникидзевогo района г.Уфы / И. Ф. Адельмурзина, Л. Г. Алексеева // Актуальные вопросы университетской науки: Сборник научных трудов. Том Выпуск 2. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2016. – С. 3-9. [ЭЛЕКТРОННЫЙ Дневник науки | [www.dnevniknauki.ru](http://www.dnevniknauki.ru)] СМl ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

РЕСУРС] – Режим доступа URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26089191> (дата обращения: 13.06.2026).

2. Бабаева Т. А. Мониторинг состояния окружающей среды и экологическое картографирование / Т. А. Бабаева // Вопросы науки и образования. – 2025. – № 4(189). – С. 61-64. [ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС] – Режим доступа URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82313982> (дата обращения: 13.06.2026).

3. Национальный атлас России: в четырех томах / Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. Природа и экология. – Москва: Федеральная служба гос. регистрации, кадастра и картографии, 2005-2011, 2007. [ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС] – Режим доступа URL: [https://rusneb.ru/catalog/000199\\_000009\\_008842761/](https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_008842761/) (дата обращения: 13.06.2026).

4. Семакина А. В. Картографирование загрязнения атмосферного воздуха на территории Российской Федерации / А. В. Семакина. // Географический вестник. – 2024. – № 4(71). – С. 145–159. DOI 10.17072/2079-7877-2024-4-145-159 [ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС]. – Режим доступа URL: <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2024-4-145-159> (дата обращения: 02.06.2026).

5. Титов Г. С., Прасолова А. И. Комплексное эколого-географическое картографирование ЦФО [ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС]. – Режим доступа: <https://bookonlime.ru> (дата обращения: 13.06.2026).