

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

**А. В. Семакина**

*Удмуртский государственный университет, 426034, г. Ижевск, Удмуртия,  
Российская федерация, alsen13@list.ru*

В рамках данного исследования сформулированы временная структура деятельности по созданию карт состояния атмосферного воздуха, критерии и факторы репрезентативности картографических материалов. Использование сформулированного научно-методологического аппарата создаст возможности для формирования нового кластера карт состояния атмосферного воздуха, характеризующихся высокой степенью достоверности и репрезентативности.

**Ключевые слова:** репрезентативность карт; состояние атмосферного воздуха; критерии; факторы.

**Введение.** Многообразие источников информации о состоянии атмосферного воздуха, ее видов, подходов к сбору и картографическому представлению, а также наличие высокого спроса на подобного рода информацию приводят к накоплению разнообразных по степени репрезентативности картографических материалов, отражающих состояние атмосферного воздуха. Релевантность используемой информации и подхода к ее картографической визуализации напрямую влияет на качество предоставляемой информации и на эффективность административно-управленческих решений, принимаемых на базе данного рода информации.

Повышению эффективности любой продуктивной деятельности, направленной на получение объективно (или субъективно) нового результата, (в том числе и касающаяся области создания карт состояния атмосферного воздуха), способствует применение методологического аппарата (формирующего алгоритм организации деятельности) [3]. В свою очередь, организация деятельности означает создание упорядоченной системы действий с четко определенными характеристиками, логической и временной структурой [11]. Применительно к картографированию состояния атмосферного воздуха под логической структурой понимается субъект (индивид или группа людей, занимающиеся сбором, систематизацией и картографической визуализацией данных, характеризующих состояние атмосферного воздуха), объект (состояние атмосферного воздуха), предмет (методы сбора, интеграции и картографической интерпретации

данных о состоянии атмосферы), формы (картографическое обеспечение научно-исследовательской деятельности, практической природоохранной деятельности, эколого-просветительской деятельности [10]), методы (общенаучные методы, методы интеграции и интерпретации данных, методы картографической визуализации, в т. ч. в виде электронных и онлайн-карт), критерии оценки достоверности исходных данных и полученного результата. Временная структура данного вида деятельности предполагает поэтапную организацию процесса, с оценкой ее эффективности и качества.

Цель работы – формирование научно-методологического аппарата картографической визуализации комплексного мониторинга состояния атмосферного воздуха.

Задачи:

1. Сбор, систематизация, математическая обработка и картографическая визуализация данных, характеризующих состояние атмосферного воздуха для территориальных единиц разного уровня;
2. Обоснование критериев и факторов репрезентативности данных о состоянии атмосферного воздуха.

Оценка особенностей временной структуры картографической визуализации.

**Материалы и методы исследований.** Для решения поставленных задач автором были проведены сбор, систематизация, математическая обработка, анализ и картографическая визуализация данных о состоянии атмосферного воздуха для территорий разного территориального уровня: Российская Федерация, Федеральные округа (Приволжский и Уральский ФО), субъекты РФ (республики Удмуртия, Башкирия), город Ижевск [6-8]. В работе использованы данные государственного учета источников загрязнения атмосферного воздуха на территории РФ, материалы государственного мониторинга, данные, полученные в ходе натурных исследований и математического моделирования. Исследования были основаны на нормативно-методических документах, утвержденных на государственном уровне, а также на разработках ведущих отечественных и зарубежных ученых в области математического моделирования и картографирования процессов загрязнения атмосферы: Ж.Р. Армайтида, Э.Ю. Безуглой, М.Е. Берлянда, В.А. Вишенского, А.С. Гаврилова, Б.Н. Маликова, В. Маркведа, Г.И. Марчука, В.А. Петрухина, А.Г. Руссела, Т.С. Селегей, В.С. Тикунова и др.

Накопленный в рамках данного исследования значительный объем картографического, аналитического, графического материала представлен на геопортале «Комфортная среда» [4], созданном под руководством

автора. В качестве геоинформационного инструмента, реализующего задачу web-визуализации электронных карт, был использован модуль «qgis2web» программного продукта Qgis. На основании имеющихся картографических материалов, были сформулированы следующие уровни территориальной детализации картографического онлайн-сервиса загрязнения атмосферного воздуха: город, субъект РФ, федеральный округ, РФ.

**Результаты и их обсуждение.** Поэтапный процесс осуществления деятельности по картографической визуализации данных, характеризующих состояние атмосферного воздуха (или временная структура деятельности), можно разделить на следующие компоненты:

1. Фаза проектирования, на которой осуществляется сбор, систематизация исходных данных, оценка репрезентативности собранных данных, их интеграция и интерпретация;

2. Технологическая фаза – собственно процесс создания карт (в том числе бумажных, электронных, динамических и онлайн-карт), механизмы их создания, отображения, доведения до потребителя);

3. Рефлексивная фаза, на которой происходит анализ полученных результатов, выделение территорий с наихудшими (с точки зрения загрязнения атмосферного воздуха) условиями, верификация и корректировка результата, прогноз и выработка системы мероприятий, направленных на улучшение качества атмосферного воздуха.

Фаза проектирования. С методологической точки зрения, наименее проработанными являются задачи, рассматриваемые на фазе проектирования. Применительно к картографической визуализации можно предложить следующие критерии репрезентативности используемых данных:

1. Критерий достаточной обоснованности (или истинность), предполагает методологическую репрезентативность используемых данных о состоянии атмосферного воздуха (например, репрезентативность используемой выборки; использование методик расчета, подтвержденных длительными эмпирическими исследованиями; достаточное для пространственной интерпретации количество пунктов отбора или постов наблюдения);

2. Критерий интерсубъективности, предполагает воспроизводимость получаемых данных для другой территории. Поскольку критерий интерсубъективности конкретизируется требованием воспроизводимости научного знания, то есть одинаковостью результатов при одинаковых условиях эксперимента, он же может использоваться и в качестве критерия выявления факторов загрязнения атмосферного воздуха, ранее не учтенных в исследовании;

3. Критерий сходимости предполагает, в первую очередь, совпадение в крайних значениях, имеющихся данных с другими источниками информации о состоянии атмосферного воздуха. Можно рассматривать

критерий сходимости и более широко – как соответствие полученных данных другим областям знания: научного, обыденного, художественного.

Необходимо отметить, что репрезентативными можно считать данные, отвечающие всем трем критериям истинности. Репрезентативность данных, используемых в создании карт состояния атмосферного воздуха, в значительной степени определяется следующими факторами:

1. Масштаб – является базовым фактором генерализации данных. Особое значение он приобретает при создании карт на бумажных носителях. В свою очередь, широкое развитие ГИС-технологий [2] приводит к тому, что в некоторых случаях (на интерактивных картах) возможен почти полный отказ от генерализации либо переход к «ступенчатой» генерализации (эффекту пирамиды);

2. Математико-статистические подходы. Рекомендации по использованию различных математико-статистических подходов в значительной степени переменны в зависимости от типа данных. Так, например, для снижения влияния на итоговый результат измерения флуктуаций значений, вызванных местными атмосферными вихрями, целесообразно использовать линейное усреднение ряда полученных данных. А при выборе ступеней шкалы в процессе пространственной интерполяции уровней загрязнения атмосферного воздуха целесообразно опираться на медианные и квантильные значения [1];

3. Степень первичной интеграции. Выделяются две категории данных: первично интегрированные (например, данные об объемах выбросов), единичные данные (разовое измерение). При этом можно отметить, что репрезентативность единичных данных будет повышаться при их временной, межингредиентной и пространственной интеграции, что позволит перейти от отображения характеристик конкретной ситуации к общим, типичным закономерностям. С другой стороны, первично интегрированные статистические данные будут тем репрезентативнее, чем меньше степень осреднения (например, характерно снижение информативности данных об объемах выбросов по мере повышения осреднения от уровня предприятий до уровня региона и страны). Во многом это связано с использованием в процессе интеграции традиционных показателей среднего, а не медианного значения.

Можно отметить разноречивость влияния факторов репрезентативности на достоверность исходных данных о состоянии атмосферного воздуха. Сложность и многообразие их влияния является основной причиной формирования некорректных картографических материалов, характеризующих состояние атмосферного воздуха.

Технологическая фаза. В общем случае вопросами, изучающими законы построения и функционирования знаковых систем, занимается семиотика. Для того чтобы содержание того или иного сообщения, которое один человек может передать другому, было понято получателем, необходим такой способ трансляции, который позволил бы получателю раскрыть смысл сообщения. Это возможно в том случае, если сообщение выражается в знаках, несущих доверенное им значение, и, если передающий и получающий информацию одинаково понимают связь между значением и знаком. При выборе способов и средств картографического изображения состояния атмосферного воздуха большую роль играют такие факторы как особенности исходных данных и картографируемой территории, наглядность и общедоступность используемых способов и средств, назначение и масштаб картографического материала.

Рефлексивная фаза в рамках данной работы понимается в контексте оценки содержания и качества полученного картографического результата. Термин «оценка» предполагает под собой установление уровня качества [9] и может рассматриваться с двух позиций:

1. Оценка исследователем качества, наглядности, репрезентативности созданных им карт. Такой подход подразумевает оценку качества картографического материала, сравнение полученных значений с данными из других источников (картографических, литературных, статистических). В ходе верификации возможна доработка картографического материала по аналогии с циклом Деминга [5];

2. Оценка содержания карт как результата научного исследования. При таком подходе важным является установление пространственных связей и особенностей загрязнения атмосферного воздуха, формирование прогнозов развития ситуации, оценка рисков здоровью населения. Выявление крупнейших ареалов загрязнения, часто формируемых в результате влияния нескольких крупных городов-источников выбросов, в дальнейшем может служить основой для формирования рекомендаций при разработке целевых мероприятий по улучшению качества атмосферного воздуха.

**Заключение.** В ходе проведенного исследования были сформулированы подходы к оценке факторов и критериев репрезентативности картографического материала. Рассмотрены общие вопросы подходов к картографической интерпретации результатов мониторинга состояния атмосферного воздуха в контексте сформулированного научно-методологического аппарата. Использование научно-методологического аппарата, позволяющего систематизировать существующие подходы к получению, анализу и картографической визуализации данных о состоянии атмосферного воздуха, будет способствовать повышению качества, репрезентативности

и содержательности карт состояния атмосферного воздуха, создаст возможности для формирования нового кластера карт состояния атмосферного воздуха, характеризующихся высокой степенью достоверности и репрезентативности и используемых для информационного обеспечения населения, органов исполнительной власти и административного управления.

### Библиографические ссылки

1. *Бородачев С. М.* Методы математической статистики: учебное пособие. Екатеринбург : УрФУ, 2012. 129 с.
2. *Ваньшева С. Е., Шмидтгаль Р. Р., Афанасьев С. А.* Обзор геоинформационных систем // Современные тенденции и инновации в науке и производстве. Сборник материалов VIII международной научно-практической конференции. Междуреченск. 2019.
3. Комфортная среда. URL: <https://komfortsreda.udsu.ru/> (дата обращения: 19.07.2024).
4. *Репин В. В., Елиферов В. Г.* Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М. : РИА «Стандарты и качество», 2008. 408 с.
5. *Семакина А. В., Платунова Г. Р., Мансуров А. Р.* Состояние атмосферного воздуха на территории Республики Башкортостан // Вестник Удмуртского университета. 2020. Сер. Биология. Науки о Земле, Т. 30, Вып. 3. С. 278-284.
6. *Семакина А. В., Габдуллин В. М.* Моделирование загрязнения атмосферы над территорией Приволжского федерального округа // Вестник Удмуртского государственного университета. 2010. Сер. Науки о Земле. Вып. 2. С. 3-11.
7. Формирование онлайн-карт загрязнения атмосферного воздуха г. Ижевска, формируемого выбросами передвижных источников. // А. В. Семакина [и др.] // Географический вестник. 2023. № 2 (65). С.105-121.
8. Советский энциклопедический словарь. М. : Большая российская энциклопедия, 2002. С. 864.
9. *Стурман В. И.* Экологическое картографирование: учеб. пособие. Ижевск. : Изд. дом «Удмуртский университет», 2000. 152 с.
10. Философский энциклопедический словарь. М. : Сов. Энциклопедия, 1983. 839 с.