

УДК 528.9:551.577

DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-3-103-110

## Оценка подходов к картографической визуализации климатических данных (на примере картографирования осадков)

А. А. Титов<sup>1</sup>✉, Н. М. Биктимирова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Московский государственный университет геодезии и картографии,  
г. Москва, Российская Федерация

e-mail: altitks@yandex.ru

**Аннотация.** Статья посвящена изучению картографических материалов, в которых рассматривается картографирование климата с целью выявления и оценки подходов к отображению различных климатических данных. В данной работе в качестве примера выбраны картографические материалы, характеризующие данные по осадкам. В процессе сбора материалов была проведена систематизация картографических источников, а также проанализировано их содержание и оформление. В результате проведенного исследования было выявлено, что при разработке цветowych шкал зачастую не учитывается принцип ассоциативности цвета с отображаемым явлением и, как следствие, затрудняется читаемость динамики количественного показателя. Поэтому предлагаются новые подходы к выбору цветowych решений шкалы, характеризующей количество атмосферных осадков, и ее представления в легенде карты. Проведенное изучение обуславливает направление дальнейшего исследования в области картографирования климата с целью совершенствования картографической визуализации климатических данных.

**Ключевые слова:** климатические карты, картографическая визуализация, климат, осадки

### Для цитирования:

Титов А. А., Биктимирова Н. М. Оценка подходов к картографической визуализации климатических данных (на примере картографирования осадков) // Вестник СГУГиТ. – 2025. – Т. 30, № 3. – С. 103–110. – DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-3-103-110

### Введение

Продуманное визуальное представление климатических данных на карте является важным для специалистов, занимающихся картографическим методом исследования климатических условий, а также для большинства людей как потребителей такой информации. Следовательно, при картографировании климатических данных необходимо учитывать не только свойства, которыми должна обладать создаваемая карта, но также и закономерности зрительного восприятия читателя. Одним из свойств картографического изображения является наглядность – предоставляемая картой возможность зрительного восприятия пространственных форм, размеров и размещения изображаемых объектов. Наглядность понимается как доступность узнавания по зрительной ассоциации условных обозначений и цветов карты с отображаемыми объектами. Примером

служат изображения наглядными знаками аэропортов, гидрографии синим цветом, а лесов – зеленым. В отдельных случаях учитывают косвенные признаки картографируемых явлений. К примеру, применение теплых цветов для изображения изолиний теплого периода, холодных цветов – холодного периода, что вызывает у читателя определенные ассоциации.

Кроме того, необходимо учитывать психофизиологические особенности восприятия и распознавания картографической информации, связанные с физиологией человека, для которого орган зрения является важнейшим из органов чувств, так как позволяет получить до 90 % информации об окружающем мире.

Целью исследования является выявление проблем при картографической визуализации климатических явлений (на примере осадков), а также разработка цветовой оформления шкалы для климатической карты (на примере

изогийет годовых осадков), учитывающего вышеизложенные требования. Для проведения исследования выполнен сбор, анализ и оценка картографических материалов. Одной из решаемых задач исследования является привлечение внимания специалистов к проблеме разработки качественной картографической визуализации климатических данных.

### Методы и материалы

Для проведения исследования были подобраны климатические карты, отображающие различные показатели, связанные с осадками, в научных статьях [1, 2], а также тематические и комплексные атласы («Национальный атлас России» (2008), «Атлас офицера России» (2021), «Атлас Республики Карелия» (2021), «Физико-географический атлас мира» (1964), «Большой советский атлас мира» (1937), «Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа» (2004), «Атлас Ленинградской области» (2022), «Атлас гигантских наледей-тарынов Северо-Востока России» (2021), «География. 7 класс» (2013), The Atlas of the Real world (2010), България. Географски атлас (2010)). В проведенном анализе не рассматривались веб-сервисы о климате, так как в них не используются традиционные методы картографической визуализации климатических данных.

### Результаты

*Систематизация картографических источников.* Начальным этапом являлась группировка картографических источников на атласы и карты в научных статьях.

Атласы были систематизированы по назначению, в соответствии с классификацией Т. Г. Сватковой (рис. 1) [3].

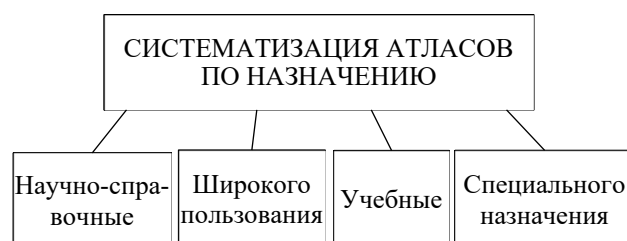


Рис. 1. Систематизация атласов по назначению

*Анализ картографических источников.* В результате вышеприведенной систематизации было принято решение проанализировать картографические источники, классифицировав их по назначению [4]. Для проведения анализа были выбраны климатические карты, основным тематическим содержанием которых является характеристика атмосферных осадков. Анализ и оценка карт проводилась по климатическим показателям (рис. 2).

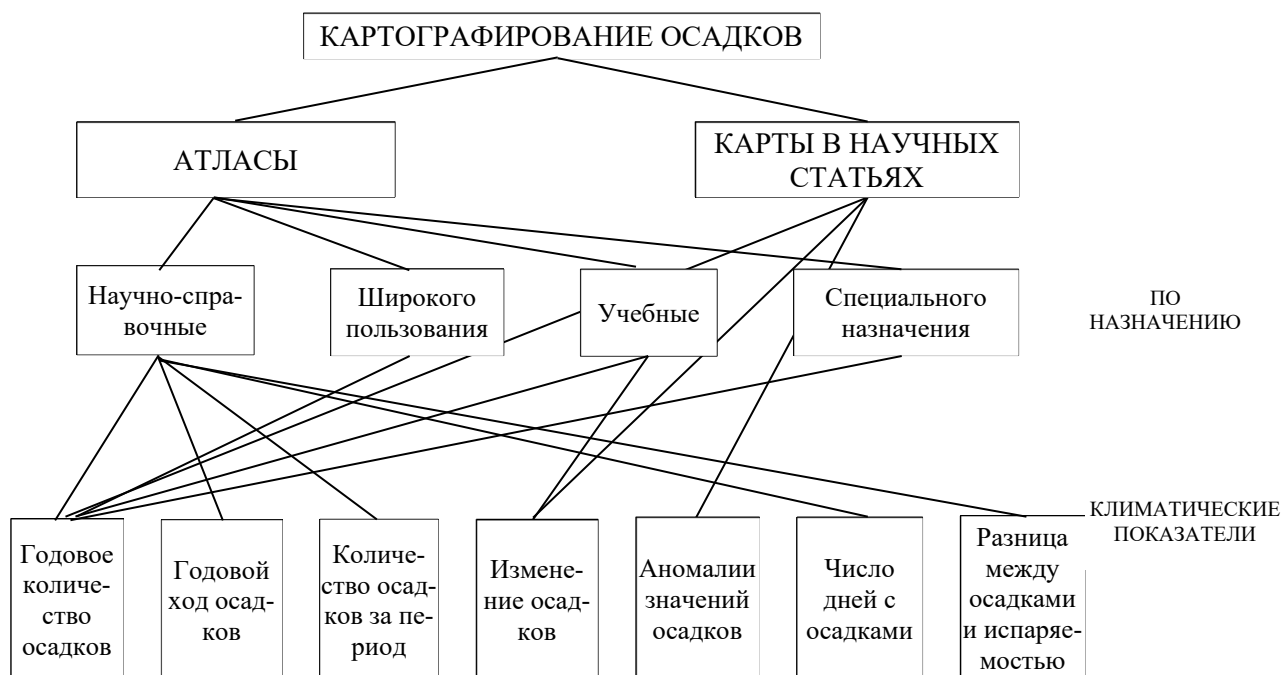


Рис. 2. Систематизация карт по климатическим показателям

картографических произведениях (рис. 3–7).

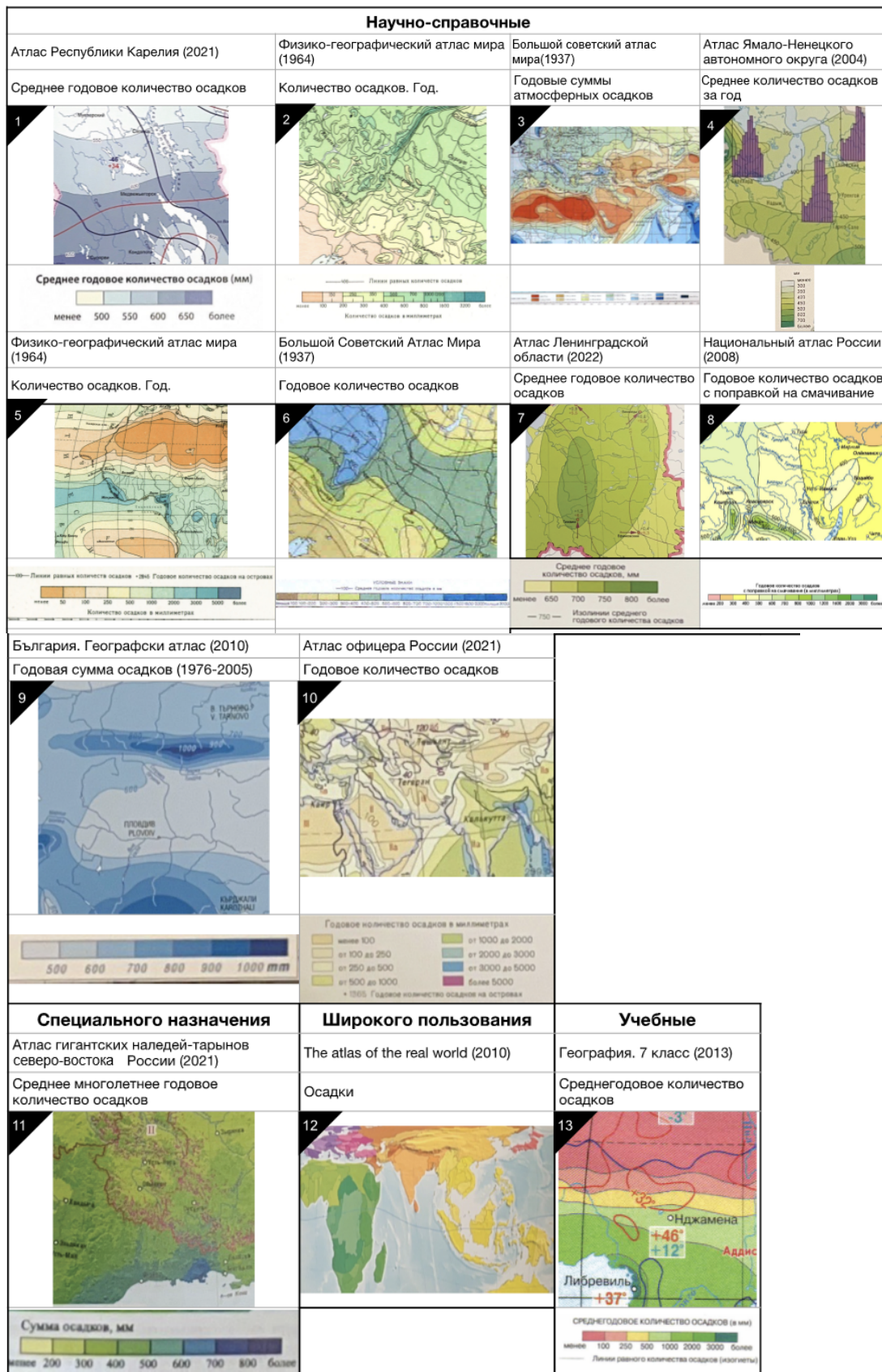


Рис. 3. Визуализация годового количества осадков в атласах





Рис. 4. Визуализация годового хода осадков в атласах

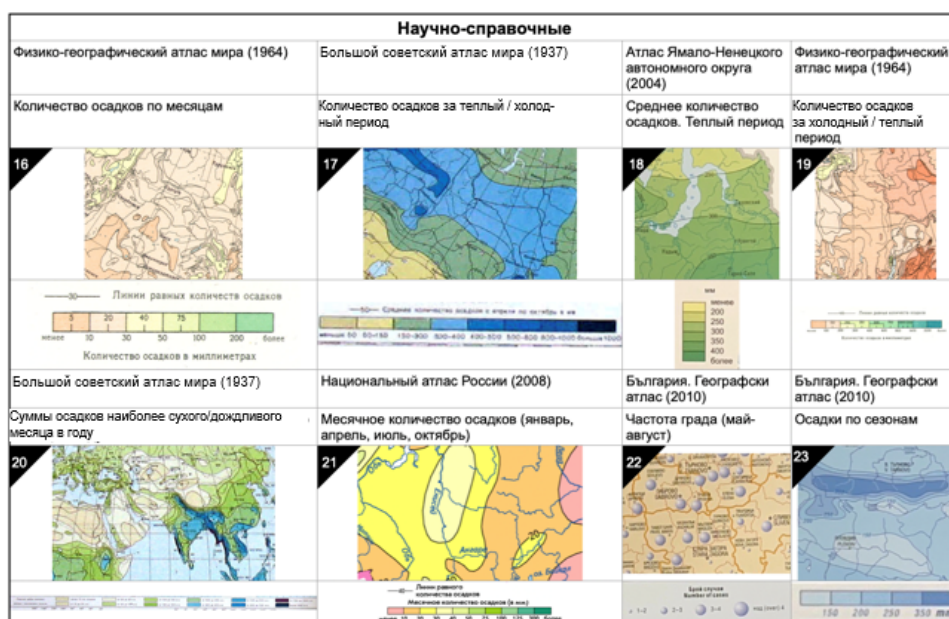


Рис. 5. Визуализация количества осадков за период в атласах

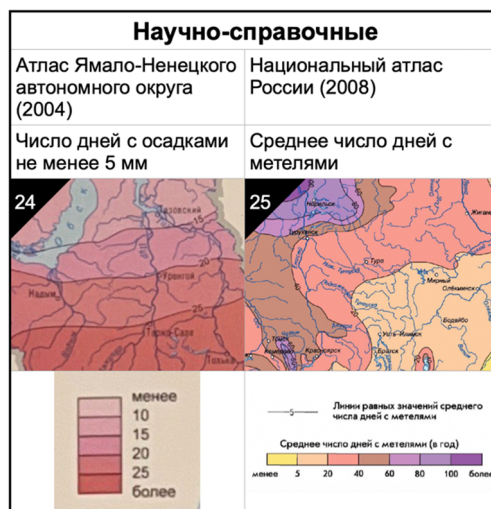


Рис. 6. Визуализация числа дней с осадками в атласах



Рис. 7. Визуализация разницы между осадками и испаряемостью в атласах



Рис. 10. Визуализация аномалий значений осадков в научных статьях

### Обсуждение

Далее была рассмотрена визуализация климатических показателей в научных статьях (рис. 8–10) [1, 2].



Рис. 8. Визуализация годового количества осадков в научных статьях

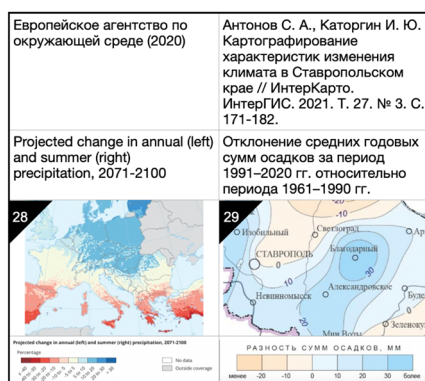


Рис. 9. Визуализация изменения осадков в научных статьях

Изучив различные варианты оформления климатических показателей, связанных с водой в атмосфере, на картах, можно сделать следующие выводы.

В научно-справочных, учебных атласах, в атласах специального назначения, а также в научных статьях для отображения тематического содержания, посвященного осадкам, используется способ изолиний, предназначенный для показа непрерывных и постепенно изменяющихся в пространстве явлений. Главным изобразительным средством в данном способе картографического изображения являются изолинии, сопровождающиеся фоновой окраской. Изменение количественных показателей в пространстве изображается цветом, различающимся по цветовому тону, светлоте и насыщенности в зависимости от значения количественного показателя (см. рис. 3, 5–10).

Способом локализованных диаграмм, относящихся к отдельным пунктам, в атласах представлены данные по годовому ходу осадков (см. рис. 6).

На карте из атласа The Atlas Of Real World, предназначенного для широкого круга пользователей, для отображения годовых осадков применяется карта-анаморфоза (см. рис. 3, карта 13).

В результате анализа подходов к визуализации климатических показателей на картах,

представленных в атласах, были выявлены следующие закономерности:

- для отображения данных по осадкам выбран правильный способ картографического изображения;

- для отображения количества осадков способом изолиний с фоновой окраской часто выбраны зелено-коричневые, зелено-красные, красно-синие шкалы, которые уместнее применять при отображении, например, рельефа, поскольку они не ассоциируются с осадками, соответственно карты не обладают свойством наглядности (см. рис. 3, карты 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 13; рис. 5, карты 16, 17, 19 – 21; рис. 6, карта 25; рис. 7, карта 26, рис. 8);

- на некоторых картах шкалы изолиний с фоновой окраской изменяются только по насыщенности и светлоте цвета, однако предлагаемый цветовой тон не ассоциируется с осадками (см. рис. 3, карты 4, 7; рис. 5, карта 18; рис. 6, карта 24);

- лишь небольшое количество карт, на которых используется способ изолиний с фоновой окраской, оказались оформлены с учетом ассоциативности [5, 6], поэтому оказались наглядными (см. рис. 3, карты 1, 9; рис. 5, карта 23; рис. 9; рис. 10);

- карты в атласах, как правило, проработаны тщательнее с точки зрения содержания и оформления, чем карты в научных статьях.

Учитывая результаты проведенного анализа, нами предлагается цветное оформление шкалы изогий годовых осадков, учитывающее принцип ассоциативности [7–9] значений климатического показателя и отображаемого явления (количества осадков) (рис. 11).

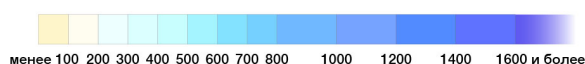


Рис. 11. Шкала изогий, разработанная с учетом принципа ассоциативности цветов

Для ступеней менее 100 мм и 100–200 мм нами предлагается использовать цвет oran-

жевых тонов, вызывающий ассоциации с засушливым климатом. Подобное годовое количество осадков характерно для тропического и аридного климата. Цвета ступеней для значений осадков выше 200 мм предлагается окрашивать в голубые, синие и фиолетовые оттенки, так как они вызывают ассоциации с водой и влагой.

Кроме того, авторами предлагается новый подход к оформлению ступеней шкалы в легенде карты. При применении разноступенной шкалы ширину ступеней предлагается варьировать в зависимости от сечения изолиний. Например, если сечение изогий увеличивается в 2 раза, во столько же раз увеличивается и ширина ступени в легенде. Для неограниченных ступеней (в данном примере 1 600 и более) предлагается использовать плавный переход ступени в прозрачность.

Предлагается руководствоваться этими же принципами и при разработке шкал изогий для карт, визуализирующих осадки за другие периоды времени (например, за месяц), а также для других показателей (например, для карт аномалий осадков, числа дней с осадками и т. д.).

### Заключение

В статье проанализированы подходы к картографированию климатических данных, посвященных осадкам, содержащиеся в картографических источниках.

Анализ включал в себя оценку способов картографического изображения, примененных изобразительных средств, в результате которого были выявлены определенные недочеты, отрицательно влияющие на свойства картографического изображения.

Исходя из вышеизложенного, в рамках цветового моделирования шкал климатических карт [10] предлагается новый подход к построению цветовых шкал, отображающих характеристику данных по осадкам.

Результаты этого исследования позволяют привлечь внимание к проблеме качественной картографической визуализации климатических данных и могут быть составляющей дальнейшего исследования этой темы.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонов С. А., Каторгин И. Ю. Картографирование характеристик изменения климата в Ставропольском крае // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2021. – Т. 27, № 3. – С. 171–182. – DOI 10.35595/2414-9179-2021-3-27-171-182. – EDN LPBYMU.
2. Мурашова И. Д., Братков В. В. Картографирование современных климатических изменений в умеренных и субтропических широтах Северной Америки // Мониторинг. Наука и технологии. – 2022. – № 1 (51). – С. 14–20. – DOI 10.25714/MNT.2022.51.002. – EDN QZYSYE.
3. Сваткова Т. Г. Атласная картография : учеб. пособие. – М. : Аспект Пресс, 2002. – 203 с.
4. Берлянт А. М. Картография : учеб. для вузов. – М. : Аспект Пресс, 2002. – 336 с.
5. Утробина Е. С. Мобильная картография. Особенности, свойства и понятие мобильной карты // Вестник СГУГиТ. – 2024. – Т. 29, № 3. – С. 105–117. – DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-3-105-117. – EDN FAQYLQ.
6. Востокова А. В., Кошель С. М., Ушакова Л. А. Оформление карт. Компьютерный дизайн : учеб. / под ред. А. В. Востоковой. – М. : Аспект Пресс, 2002. – 288 с. – ISBN 5-7567-0269-5. – EDN VMPJON.
7. Карманова М. В., Комиссарова Е. В. Разработка условных обозначений для цифровой системы картографического обеспечения // Вестник СГУГиТ. – 2019. – Т. 24, № 1. – С. 97–118. – DOI 10.33764/2411-1759-2019-24-1-97-118. – EDN GRKWOJ.
8. Янкевич С. С. Функции карты в условиях постиндустриальной эпохи // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 2. – С. 160–168. – DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-2-160-168. – EDN RPSSOJ.
9. Радченко Л. К. Познавательный аспект в картографии // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 4. – С. 138–145. – DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-4-138-145. – EDN YFKUPA.
10. Титов А. А. Цветовое моделирование содержательных характеристик климатических карт (на примере коэффициента увлажнения) // Глобальные и региональные вызовы современных климатических изменений : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Грозный, 18–20 апреля 2024 г. – Грозный : Чеченский государственный университет им. А. А. Кадырова, 2024. – С. 122–126. – DOI 10.36684/129-1-2024-122-126. – EDN ZHBOGR.

## Об авторах

*Алексей Андреевич Титов* – преподаватель кафедры визуализации геоданных и картографического дизайна.

*Наиля Манияновна Биктимирова* – кандидат технических наук, зав. кафедрой визуализации геоданных и картографического дизайна.

Получено 28.10.2024

© А. А. Титов, Н. М. Биктимирова, 2025

## Assessment of approaches to cartographic visualisation of climate data (using precipitation mapping as an example)

*A. A. Titov<sup>1</sup>, N. M. Biktimirova<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russian Federation

e-mail: altitks@yandex.ru

**Abstract.** The paper is devoted to the study of cartographic materials that consider climate mapping in order to identify and evaluate approaches to displaying various climatic data. In this paper, carto-



graphic materials characterizing precipitation data are selected as an example. In the process of collecting materials, the cartographic sources were systematized and their content and design were analyzed. As a result of the study it was revealed that the principle of associativity of color with the displayed phenomenon is often not taken into account in the development of color scales and, as a consequence, the readability of the dynamics of the quantitative indicator becomes difficult. Therefore, new approaches to the choice of color solutions of the scale characterizing the amount of precipitation and its representation in the map legend are proposed. This study determines the direction of further research in the field of climate mapping in order to improve the cartographic visualization of climatic data.

**Keywords:** climate maps, cartographic visualisation, climate, precipitation

## REFERENCE

1. Antonov, S. A., Katorgin, I. Yu. (2021). Mapping the characteristics of climate change in Stavropol region. *InterKarto. InterGIS [InterKarto. InterGIS]*, 3(27), 171–182 DOI 10.35595/2414-9179-2021-3-27-171-182. EDN LPBYMU [in Russian].
2. Murashova, I. D., Bratkov, V. V. (2022). Mapping of modern climate changes in the moderate and subtropical latitudes of North America. *Monitoring. Nauka i tekhnologii [Monitoring. Science and technology]*, 1(51), 14–20 DOI 10.25714/MNT.2022.51.002. EDN QZYSYE [in Russian].
3. Svatkova, T. G. (2002). *Atlasnaya kartografiya [Atlas cartography]*. Moscow: Aspekt Press, 203 p. [in Russian].
4. Berlyant, A. M. (2002). *Kartografiya [Cartography]*. Moscow: Aspekt Press, 336 p. [in Russian].
5. Utrobina, E. S. (2024). Mobile cartography. Features, properties and concept of a mobile card. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 3(29), 105–117 DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-3-105-117. EDN FAQYLQ [in Russian].
6. Vostokova, A. V., Koshel', S. M., Ushakova, L. A. (2002). *Oformlenie kart. Komp'yuternyy dizayn [Map decoration. Computer design]*. Moscow: Aspekt Press, 288 p. EDN VMPJON [in Russian].
7. Karmanova, M. V., Komissarova, E. V. (2019). Improvement of emergency map legend. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 1(24), 97–118. DOI 10.33764/2411-1759-2019-24-1-97-118. EDN GRKWOJ [in Russian].
8. Yankelovich, S. S. (2020). Map functions in the post-industrial era. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 2(25), 160–168 DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-2-160-168. EDN RPSSOJ [in Russian].
9. Radchenko, L. K. (2020). Cognitive aspect in cartography. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 4(25), 138–145 DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-4-138-145. EDN YFKUPA [in Russian].
10. Titov, A. A. (2024). Color modeling of content characteristics of climatic maps (on the example of humidification coefficient). In *Global'nye i regional'nye vyzovy sovremennykh klimaticheskikh izmeneniy: Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Global and Regional Challenges of Modern Climate Change : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]* (pp. 122–126). Grozny: A.A. Kadyrov Chechen State University. DOI 10.36684/129-1-2024-122-126. EDN ZHBOGR [in Russian].

## Author details

Aleksey A. Titov – Lecturer of the Department of Geodata Visualisation and Cartographic Design.

Nailya M. Biktimirova – Ph. D., Associate Professor, Head of the Department of Geodata Visualisation and Cartographic Design.

Received 28.10.2024

© A. A. Titov, N. M. Biktimirova, 2025