

УДК 528.91

DOI: 10.33764/2411-1759-2020-25-1-211-221

О РЕЗУЛЬТАТАХ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ДИЗАЙНА КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Любовь Владимировна Яловкина

ГБУ Мосгоргеотрест, 125040, Россия, г. Москва, Ленинградский пр., 11, инженер,
e-mail: kartografka@list.ru

Ольга Николаевна Николаева

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры экологии и природопользования, тел. (383)361-08-86, e-mail: onixx76@mail.ru

Современный уровень технического прогресса сделал популярными и востребованными карты, предназначенные для широкого круга пользователей. Технологии создания карт стали доступны не только дипломированным картографам, но и специалистам из других областей, а также широкому кругу пользователей, что способствует расширению круга производителей карт. При этом далеко не все производители имеют картографическое образование и, как следствие, не могут гарантировать высокое качество дизайна создаваемой продукции. На сегодняшний день ГОСТы охватывают вопросы оформления только топографических, геологических и технических (например, маркшейдерских) карт. Для других видов карт оценка качества дизайна не рассматривается как самостоятельная проблема. Описанные в литературе подходы к оценке качества карт ограничиваются анализом их точности, содержания, достоверности и современности, при этом не уделяется достаточного внимания дизайну картографического изображения. Авторы статьи ставят своей целью заполнить этот пробел и заложить методические основы количественной оценки и контроля качества дизайна картографического изображения. Проведенные исследования основаны на современных достижениях квалиметрии.

Ключевые слова: дизайн картографического изображения, методика оценки качества, квалиметрия, оценочные свойства, методы оценки дизайна.

Введение

В традиционной и цифровой картографии понятие «оценка качества карты» подразумевает, прежде всего, оценку полноты, актуальности и достоверности отображенных на ней сведений, при этом мало внимания уделено примененным на ней оформительским средствам [1–8]. Между тем выполненный на высоком уровне дизайн картографического изображения значительно расширяет гносеологические возможности карты, повышая скорость и полноту усвоения пользователями отображенных на ней сведений [9–12]. Поэтому ранее была создана авторская классификация оценочных квалиметрических свойств дизайна картографического изображения (КИ) и предложены пути количественной оценки качества изобразительных свойств карты [13–15]. В данной статье приведено описание разработанной методики оценки качества дизайна КИ.

Материалы и методы

Базой для разработки методики оценки качества дизайна КИ явилась авторская классификация оценочных квалиметрических свойств и показателей [13], впоследствии доработанная и дополненная. Классификация предусматривает оценку трех основных компонентов дизайна картографического изображения: шрифтовое, штриховое и фоновое оформление (рис. 1).

Согласно классификации все виды оформления и изобразительные средства, использованные на карте, характеризуются тремя уровнями свойств: простые свойства, или свойства 3-го уровня, оцениваемые путем визуального или инструментального анализа КИ; свойства 2-го и 1-го уровня (сложные), рассчитываемые на основании свойств 3-го уровня. Отметим, что на рис. 1 представлен фрагмент классификации, характеризующий свойства шрифтового оформления КИ; свойства штрихового и фонового оформления оцениваются аналогично.

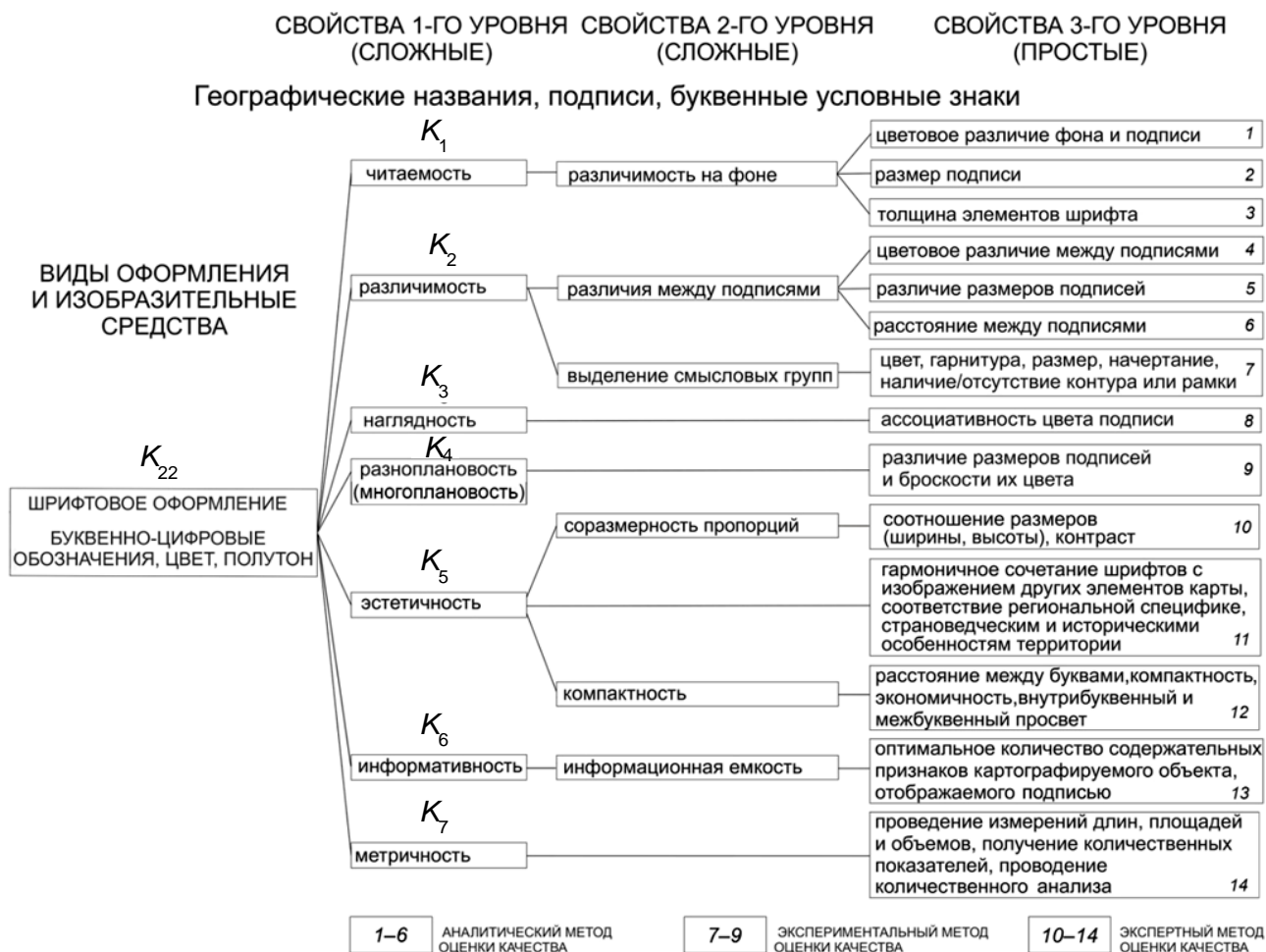


Рис. 1. Фрагмент классификации оценочных квалиметрических свойств и показателей дизайна КИ

Последовательность оценивания качества дизайна КИ, согласно разработанной методике, представлена на рис. 2. Ниже будут более подробно охарактеризованы ее основные этапы.

1	Установление зависимости между показателями качества свойств p_i и оценками качества свойств k_i (значения p_i преобразуются в k_i , так как показатели, выражаемые в различных единицах измерения, должны быть приведены к условным единицам для их последующего сопоставления)
2	Выбор методов расчета оценки качества сложных свойств 1-го уровня ($K_{1,21}$), отдельных видов оформления ($K_{22}-K_{24}$), качества КИ в целом (K_{25}) и коэффициентов весомости (m_i)
3	Анализ факторов и условий, влияющих на оценку качества дизайна КИ
4	Определение условий проведения оценки качества дизайна КИ
5	Выбор оптимальных методов сбора и обработки экспертных данных
6	Апробация методики – оценка качества дизайна КИ (аналитическим, экспериментальным и экспертным методами)

Рис. 2. Последовательность выполнения методики оценки качества дизайна КИ

Результаты и обсуждение

На *первом этапе* выполнения методики необходимо установить зависимость между показателями качества (p_i) и оценками качества (k_i) простых свойств 3-го уровня (см. рис. 1). Анализ опыта квалиметрии [1, 16–19] позволил сделать вывод, что данную зависимость следует определять математически по общей концептуальной формуле, принятой в квалиметрии:

$$k_i = \frac{p_i - p_i^{\min}}{p_i^{\max} - p_i^{\min}}, \quad (1)$$

где k_i – оценка качества (показатель качества, соотнесенный с нормативами);

p_i – абсолютная (измеренная) величина показателя качества на исследуемой карте;

p^{\max} , p^{\min} – нормативы (значения, за пределами которых карту невозможно или нецелесообразно использовать).

Нормативы p^{\max} , p^{\min} свойств 3-го уровня, поддающихся измерениям, определены аналитически – по нормативным документам или эмпирически – путем анализа большого количества изданных карт. Абсолютные показатели p_i измерены. В классификации (см. рис. 1) это свойства под номерами 1–6. Для свойств 3-го уровня под номерами 7–9 нормативы получены экспериментально, а абсолютные показатели качества определяются с помощью двух величин – точности и времени решения по КИ поставленной задачи [20, 21]:

$$p_i = f(w_i; t_i), \quad (2)$$

где w_i – точность решения задачи;

t – время решения задачи, $t = \text{const}$.

Показатели качества свойств 3-го уровня, не поддающиеся измерению описанными выше методами, предложено оценивать экспертным методом, с применением оценочных шкал, где значения p_i , p^{\max} , p^{\min} отражают различную степень выраженности качественных характеристик (в баллах). В классификации (см. рис. 1) эти свойства имеют номера 10–14.

На *втором этапе* производится выбор методов расчета комплексной оценки качества, характеризующей несколько свойств – K_i . Эта оценка относится к сложным свойствам 1-го уровня (читаемость, различимость, наглядность, разноплановость, эстетичность, информативность, метричность) [1, 20, 22–24], каждому отдельному виду оформления (шрифтовому, штриховому, фоновому) и к качеству дизайна КИ в целом. Анализ семи способов расчета комплексных оценок качества, предлагаемых квалиметрией [16–19], позволил сделать выбор в пользу двух нижеприведенных формул.

Для оценки сложных свойств 1-го уровня предложена формула

$$K_{i(1-21)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_{i(1-35)}, \quad (3)$$

где K_i – оценка качества сложных свойств 1-го уровня;

k_i – оценка качества простых свойств 3-го уровня, $0 \leq k_i \leq 1$;

n – количество простых свойств 3-го уровня.

Оценка качества отдельных видов оформления КИ – шрифтового, штрихового, фонового (K_{22-24}) и качество дизайна КИ в целом (K_{25}) осуществляется по формулам

$$K_{i(22-24)} = \sum_{i=1}^n K_{i(1-21)} m_i; \quad (4)$$

$$K_{i(25)} = \sum_{i=1}^n K_{i(22-24)} m_i, \quad (5)$$

где $K_{i(1-21)}$ – то же, что в формуле (3);

$K_{i(22-24)}$ – оценка качества дизайна отдельных видов оформления КИ,

$K_{i(25)}$ – комплексная оценка качества дизайна КИ;

n – количество свойств/видов оформления;

m_i – коэффициенты весомости свойств/видов оформления, $0 \leq m_i \leq 1$.

Также на втором этапе происходит выбор метода расчета коэффициентов весомости свойств (m_i) из нескольких, предлагаемых квалиметрией: метод

предпочтения, ранга, частичного и полного попарного сопоставления, последовательных сопоставлений [16–19]. В нашем случае выбор сделан в пользу метода рангов:

$$m_i = \frac{\sum_{j=1}^r w_{ji}}{r}, \quad (6)$$

где m_i – коэффициент весомости;

w_{ji} – нормированная оценка весомости;

r – количество экспертов;

n – количество i -х свойств;

r – количество j -х экспертов.

На *третьем этапе* анализируются объективные и субъективные факторы, влияющие на зрительное восприятие экспертов при проведении оценки качества. По результатам анализа были сформулированы авторские рекомендации [14], нацеленные на предотвращение ошибок зрительного восприятия. Они могут быть использованы как при разработке дизайна КИ, так и для контроля его качества.

На *четвертом и пятом этапах* выполняется разработка требований к проведению экспертной оценки качества дизайна КИ, выбираются оптимальные методы сбора и обработки экспертных данных. При разработке методики требовалось определить оптимальное количество участников опроса, состав экспертной группы, выбрать способ оценки компетентности экспертов, способ проведения опроса, постановки задания и вынесения оценок, разработать оценочные шкалы и установить оптимальный способ проверки согласованности результатов опроса. Для решения этих задач были проанализированы существующие экспериментальные исследования, а также рекомендации, содержащиеся в руководствах по теории вероятности [19, 25]. Было установлено, что для получения надежных результатов оценки качества КИ количество участников опроса должно составлять от 20 до 40 человек. Экспертную группу следует формировать из представителей целевой аудитории создаваемой карты и специалистов, связанных с производством оцениваемой продукции.

Компетентность экспертов определяется в два этапа, путем проведения собеседования и тестирования с последующим вычислением коэффициента компетентности [16–19]:

$$K_{\text{комп.}j} = \sum_{i=1}^n M_{\text{инф/знак}} \cdot K_{\text{инф/знак}}, \quad (7)$$

где $K_{\text{комп.}j}$ – компетентность эксперта;

$K_{\text{инф/знак}}$ – показатели информативности и знакомства;

$M_{\text{инф/знак}}$ – весомость этих показателей;

n – количество показателей.

Авторами проанализированы различные способы проведения экспертного опроса с точки зрения критериев информативности, объективности и трудоемкости. Окончательный выбор сделан в пользу способа индивидуального закрытого анкетирования. Также были проанализированы основные типы оценочных шкал, применяемые в экспертной оценке качества. Выявлено, что их диапазон достаточно широк и может включать от 3 до 1 000 ступеней. В разработанной методике предлагаются к использованию шестиступенчатая шкала интервалов для определения коэффициентов весомости свойств и элементов оформления КИ и пятиступенчатая шкала интервалов для оценки качества свойств КИ. Числовая мера, характеризующая близость мнений различных экспертов, выражается коэффициентом вариации [19]:

$$V_i = \frac{S_{k_i, m_i}}{T_i}, \quad (8)$$

где S_{k_i, m_i} – среднеквадратическое отклонение оценки качества (коэффициента весомости) i -го свойства;

T_i – его среднее значение по всем экспертам.

На рис. 3 схематически представлен алгоритм выполнения оценки качества дизайна КИ согласно разработанной методике.

Для автоматизации выполнения расчетов при практическом применении предлагаемой методики было разработано соответствующее программное приложение. Для его работы оператору необходимо ввести значения показателей качества простых свойств 3-го уровня и коэффициенты весомости. Приложение было апробировано при оценке качества дизайна обзорных туристских КИ.

Заключение

Описанная методика обеспечения и контроля качества дизайна КИ закладывает основу автоматизированного выполнения работ по количественной оценке показателей качества КИ, поддающихся формализации, и обеспечивает объективную экспертную оценку показателей, формализация которых затруднительна при современном уровне развития компьютерной техники и вычислительных технологий.

Контроль качества дизайна картографического изображения, осуществляемый по предлагаемой методике, будет целесообразен на всех этапах работы картографа-оформителя, в том числе при оценке законченного оригинала карты перед печатью. Также предлагаемые разработки могут быть эффективны в процессе стандартизации и сертификации картографической продукции.

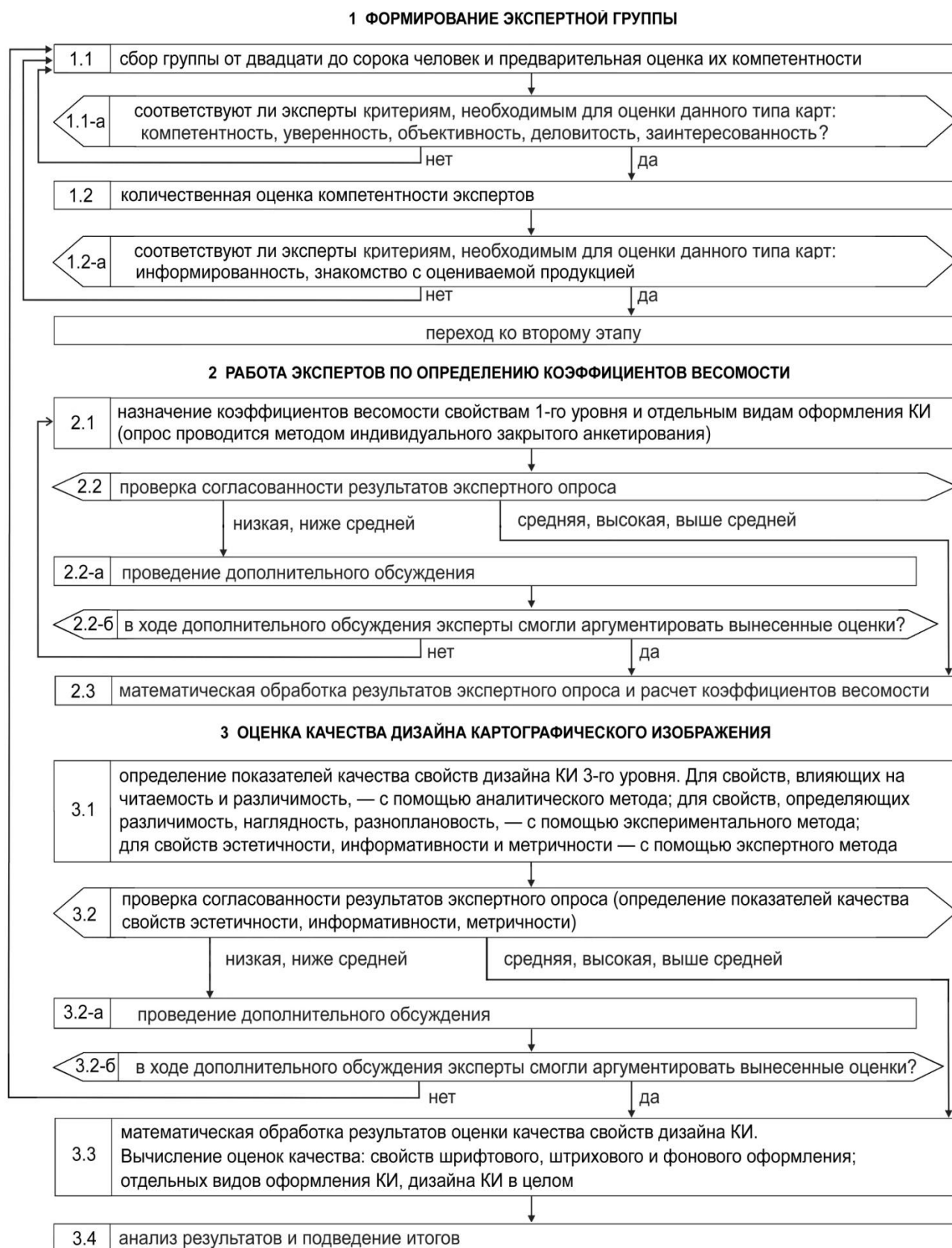


Рис. 3. Алгоритм методики оценки качества дизайна КИ

Разработанная методика обеспечения и контроля качества дизайна КИ будет полезна: картографу (при создании новых картографических произведений, составлении рецензий, отзывов и проведении аттестации картографической продукции); специалистам из смежных областей (при использовании карт как средства исследования); пользователю (при выборе картографического произведения).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гармиз И. В. Качество карт: современные проблемы и методы. – Л. : Изд-во Ленинградского университета, 1990. – 212 с.
2. ГОСТ Р 51608–2000. Карты цифровые топографические. Требования к качеству. – Введ. 2001–01–01. – М. : Госстандарт России, 2000. – 12 с.
3. ОСТ 68-3.4.2–03. Карты цифровые. Методы оценки качества данных. Общие требования. – Введ. 2003–06–01. – М. : ЦНИИГАиК, 2003. – 28 с.
4. Салищев К. А. Картоведение. – М. : Изд-во МГУ, 1990. – 400 с.
5. Сорокина Н. П. Об оценке качества почвенных карт. Картография в эпоху НТР. Теория, методы, практика. – М., 1987.
6. Филатов В. Ф. Повышать качество картографической продукции // Геодезия и картография. – 1988. – № 3.
7. Ratajski L. Loss and gain of information in cartographic communication // Beiträge zur theoretischen Kartographie. Festschrift für Erik Arnberger. – Wien, 1977. – P. 217–227.
8. Ratajski L. Pewne aspekty gramatyki języka mapy // Polski przegląd kartograficzny. – 1976. – Vol. 8, No. 2.
9. Wagan A. I., Godil A. A., Li X. Map quality assessment // PerMIS. – 2008. doi: 10.1145/1774674.1774718.
10. Investigating multimedia effects on concept map building: Impact on map quality, information processing and learning outcome / M. Sanchiz, J. Lemarié, A. Chevalier, J. Cegarra, P. V. Paubel, L. Salmerón, F. Amadieu // Education and Information Technologies. – 2019. – Vol. 24, Issue 6. – P. 3645–3667. doi: 10.1007/s10639-019-09943-x.
11. McKendry Jean E., Gary E. Machlis. Cartographic design and the quality of climate change maps // Climatic Change. – 2009. – Vol. 95, Issue 1–2. – P. 219–230. doi: 10.1007/s10584-008-9519-5.
12. Malinova M., Mendling, J. The Effect Of Process Map Design Quality On Process Management Success [Electronic resource] // ECIS2013 Completed Research. – 2013. – Mode of access: http://aisel.aisnet.org/ecis2013_cr/160.
13. Гедз Л. В. Классификация оценочных квалиметрических свойств картографического изображения // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 4. – С. 75–80.
14. Жукова О. Ю., Гедз Л. В. Оценка влияния внешних факторов на зрительное восприятие цветной картографической продукции // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 6. – С. 29–34.
15. Жукова О. Ю., Гедз Л. В. Оценка качества изобразительных свойств электронных карт на примере туристских // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 5. – С. 33–38.
16. Азгальдов Г. Г. Квалиметрия для всех : учеб. пособие. – М. : ИД «ИнформЗнание», 2012. – 165 с.
17. Азгальдов Г. Г. Теория и практика оценки качества товаров. – М. : Экономика, 1982. – 256 с.
18. Азгальдов Г. Г., Повилейко Р. П. О возможности оценки красоты в технике. – М. : Изд-во стандартов, 1977. – 120 с.

19. Азгальдов Г. Г., Райхман Э. П. Экспертные методы в оценке качества. – М. : Экономика, 1974. – 139 с.
20. Проектирование систем знаков тематических карт / А. А. Лютый, Н. Н. Казанцев, А. Н. Платэ, А. К. Суворов. – М. : АН СССР, Ин-т географии, 1986. – 239 с.
21. Нырцова Т. П. Разработка методики объективной оценки читаемости картографических шрифтов и их машинного построения : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1984. – 196 с.
22. Востокова А. В., Кошель С. М. Оформление карт. Компьютерный дизайн. – М. : Аспект Пресс, 1985. – 287 с.
23. Иванова Л. Ф., Лосяков Н. Н., Скворцов П. А. Проектирование оформления общегеографических и тематических карт : конспект лекций. – М. : Изд-во МИИГАиК, 1983. – 64 с.
24. Копылова А. Д. Исследование восприятия картографических обозначений : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1957. – 16 с.
25. Крамер Г. Математические методы статистики. – М. : Мир, 1975. – 648 с.

Получено 16.12.2019

© Л. В. Яловкина, О. Н. Николаева, 2020

ABOUT THE DEVELOPMENT OF THE METHODOLOGY OF CARTOGRAPHIC IMAGE DESIGN AND QUALITY CONTROL

Lyubov V. Yalovkina

GBU Mosgorgeotrest, 11, Leningradsky Prospekt St., Moscow, 125040, Russia, Engineer, e-mail: kartografka@list.ru

Olga N. Nikolaeva

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Professor., Department of Ecology and Environmental Management, phone: (383)361-06-86, e-mail: onixx76@mail.ru

The current level of technological progress has made popular and demanded the maps intended for a wide range of users. The technology for creating maps became available not only to certified cartographers, but also to specialists from other fields, and sometimes to the very users, which leads to the expansion of the circle of map manufacturers. At the same time, not all manufacturers can guarantee the high quality of the created products. Today, regulatory documents cover issues of design on only topographic, geological and technical (for example, surveying) maps, for which unified symbols were developed and introduced. For other types of maps, including those intended for a wide range of users, the assessment of design quality is not considered as an independent problem. Approaches to assessing the quality of maps, described in the literature, are limited to the analysis of their accuracy, content, reliability and modernity, but not enough attention is paid to design. The authors of the article aim to fill this gap and lay the methodological foundations of quantitative assessment and quality control of the design of cartographic images. When conducting research, the authors turned to the experience of specialists in the field of qualimetry.

Key words: cartographic image design, quality assessment methodology, qualimetry, evaluative properties, design assessment methods.

REFERENCES

1. Garmiz, I. V. (1990). *Kachestvo kart: sovremennyye problemy i metody [Card quality: current issues and methods]*. Leningrad: University of Leningrad Publ., 212 p. [in Russian].
2. GOST R 51608-2000. (2000). Digital topographic maps. Quality Requirements. Moscow: Gosstandart of Russia, 12 p. [in Russian].
3. GOST 68-3.4.2-03. (2003). Digital maps. Methods for assessing data quality. General requirements. Moscow: TsNIIGAiK, 28 p. [in Russian].
4. Salishchev, K. A. (1990). *Kartografiya [Cartography]*. Moscow: Moscow State University Publ., 400 p. [in Russian].
5. Sorokina, N. P. (1987). *Ob otsenke kachestva pochvennykh kart. Kartografiya v epokhu NTR. Teoriya, metody, praktika [On the assessment of the quality of soil maps. Cartography in the era of scientific and technological revolution. Theory, methods, practice]*. Moscow [in Russian].
6. Filatov, V. F. (1988). To improve the quality of cartographic products. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 3 [in Russian].
7. Ratajski, L. (1977). Loss and gain of information in cartographic communication. In *Beiträge zur theoretischen Kartographie. Festschrift für Erik Arnberger. Wien.* (pp. 217–227).
8. Ratajski, L. (1976). Pewne aspekty gramatyki języka mapy. *Polski przegląd kartograficzny*, 8(2).
9. Wagan, A. I., Godil, A. A., & Li, X. (2008.) Map quality assessment. *PerMIS*. doi: 10.1145/1774674.1774718.
10. Sanchiz, M., Lemarié, J., Chevalier, A., Cegarra, J., Paubel, P. V., Salmerón, L., & Amadieu, F. (2019). Investigating multimedia effects on concept map building: Impact on map quality, information processing and learning outcome. *Education and Information Technologies*, 24(6), 3645–3667. doi: 10.1007/s10639-019-09943-x.
11. McKendry Jean E., & E. Machlis Gary. (2009). Cartographic design and the quality of climate change maps. *Climatic Change*, 95(1-2), 219–230. doi: 10.1007/s10584-008-9519-5.
12. Malinova, M., & Mendling, J. (2013). The Effect Of Process Map Design Quality On Process Management Success. In *ECIS2013 Completed Research*. Retrieved from http://aisel.aisnet.org/ecis2013_cr/160.
13. Gedz, L. V. (2015). Classification of estimated qualimetric properties of a cartographic image. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos"emka [Izvestiya vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 4, 75–80 [in Russian].
14. Zhukova O. Yu., & Gedz, L. V. (2012). Assessment of the influence of external factors on the visual perception of color cartographic products. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos"emka [Izvestiya vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 6, 29–34 [in Russian].
15. Zhukova O. Yu., & Gedz, L. V. (2014). Evaluation of the quality of the visual properties of electronic maps on the example of tourist. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos"emka [Izvestiya vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 5, 33–38 [in Russian].
16. Azgaldov, G. G. (2012). *Kvalimetriya dlya vsekh [Qualimetry for everyone]*. Moscow: "InformZnanie" Publ., 165 p. [in Russian].
17. Azgaldov, G. G. (1982). *Teoriya i praktika otsenki kachestva tovarov [Theory and practice of assessing the quality of goods]*. Moscow: Ekonomika Publ., 256 p. [in Russian].
18. Azgaldov, G. G., & Povileiko, R. P. (1977). *O vozmozhnosti otsenki krasoty v tekhnike [On the possibility of assessing beauty in technology]*. Moscow: Standards Publ., 120 p. [in Russian].
19. Azgaldov, G. G., & Raykhman, E. P. (1974). *Ekspertnye metody v otsenke kachestva [Expert methods in quality assessment]*. Moscow: Economics, 139 p. [in Russian].
20. Lyuty, A. A., Kazantsev, N. N., Plate, A. N., & Suvorov, A. K. (1986). *Proektirovanie sistem znakov tematicheskikh kart [Designing sign systems for thematic maps]*. Moscow: USSR Academy of Sciences, Institute of Geography, 239 p. [in Russian].

21. Nyrtsova, T. P. (1984). Development of a methodology for an objective assessment of the readability of cartographic fonts and their machine building. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow, 196 p. [in Russian].
22. Vostokova, A. V., & Koshelev, S. M. (1985). *Oformlenie kart. Komp'yuternyy dizayn [Card design. Computer design]*. Moscow: AspectPress Publ., 287 p. [in Russian].
23. Ivanova, L. F., Losyakov, N. N., & Skvortsov, P. A. (1983). *Proektirovanie oformleniya obshchegeograficheskikh i tematicheskikh kart [Designing the design of general geographical and thematic maps]*. Moscow: MIIGAiK Publ., 64 p. [in Russian].
24. Kopylova, A. D. (1957). A study of the perception of cartographic notations. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow, 16 p. [in Russian].
25. Kramer, G. (1975). *Matematicheskie metody statistiki [Mathematical methods of statistics]*. Moscow: Mir Publ., 648 p. [in Russian].

Received 16.12.2019

© L. V. Yalovkina, O. N. Nikolaeva, 2020