

На правах рукописи

Яловкина Любовь Владимировна



Разработка методики обеспечения и контроля качества дизайна
картографического изображения для широкого круга пользователей

25.00.33 – Картография

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Новосибирск – 2020

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (СГУГиТ).

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Николаева Ольга Николаевна.

Официальные оппоненты:

Ступин Владимир Павлович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», профессор кафедры маркшейдерского дела и геодезии;

Карпова Лидия Александровна, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный аграрный университет».

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный университет» (г. Тюмень).

Защита состоится 00 месяца 2020 г. в 00-00 на заседании диссертационного совета Д 212.251.04 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» по адресу: 630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ауд. 402.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий»: [https://sgugit.ru/science-and-innovations/dissertation-councils/dissertations/_____](https://sgugit.ru/science-and-innovations/dissertation-councils/dissertations/)

Автореферат разослан 00 месяца 2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 00.00.2020. Формат 60 × 84 1/16.

Печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ ???.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, Плахотного, 8.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В последние годы приоритетной задачей государственной политики Российской Федерации является повышение качества отечественной продукции. К решению этой задачи привлечены различные отрасли производства, в том числе картография.

Благодаря техническому прогрессу технологии создания карт стали доступны не только дипломированным картографам, но и широкому кругу пользователей. В результате на современном рынке появилось изобилие карт различной тематики. Наиболее массовым видом картографической продукции являются туристские карты. Это подтверждается государственной поддержкой туристской отрасли (в 2011–2020 гг. Правительством РФ были утверждены федеральная целевая программа «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации (2011–2018 годы)» и государственная программа Российской Федерации «Развитие культуры и туризма» на 2013–2020 годы).

Однако не все производители могут гарантировать высокое качество создаваемой продукции, опираясь на свою профессиональную подготовку и на нормативные документы. Если точность, современность и достоверность такой продукции по большей части соответствует требованиям действующих ГОСТов, то ее дизайн зачастую характеризуется низким качеством. Это может проявляться в самых различных аспектах, начиная с плохо различимых и недостаточно наглядных условных знаков и заканчивая несоответствием выбранных способов картографического изображения пространственной локализации картографируемых явлений. В результате карта перестает выполнять гносеологическую функцию – главнейшую из своих функций, направленную на расширение представлений человека об окружающем мире.

Проблема усугубляется тем, что в настоящее время отсутствуют нормативные документы, регламентирующие требования к качеству дизайна картографической продукции, предназначенной для широкого круга пользователей. Существующие ГОСТы охватывают лишь вопросы дизайна (оформления) то-

пографических, геологических и некоторых технических (например, маркшейдерских) карт, для которых разработаны и введены унифицированные условные обозначения. Для других видов карт отсутствуют нормативы качества дизайна и методы его количественной оценки.

Сложившаяся ситуация подтверждает необходимость повышения качества дизайна отечественной картографической продукции. Поэтому разработка методики обеспечения и контроля качества дизайна картографического изображения (КИ) для широкого круга пользователей, опирающейся на количественные показатели, является актуальной научной задачей. Ее решение позволит повысить объективность существующего представления об изобразительных свойствах карты, заложить теоретическую основу для формализации процесса количественной оценки качества дизайна КИ, сформировать четкий перечень требований к нему и обеспечить их соблюдение путем выбора оптимальных изобразительных и графических средств в процессе создания (обновления) картографического произведения.

Степень разработанности темы. Значительный вклад в изучение способов оценки качества карт внес отечественный ученый Гармиз И. В. Также при написании диссертации использовались фундаментальные классические работы в области картографии: Салищева К. А., Востоковой А. В., Берлянта А. М., Васмута А. С., Лисицкого Д. В., Лютого А. А., Асланикашвили А. Ф.; работы, посвященные вопросам дизайна (оформления) карт: Атояна Р. В., Лосякова Н. Н., Копыловой А. Д., Верещаки Т. В., Ковалевой О. В., Жуковой О. Ю., Нырцовой Т. П.; труды специалистов в области квалиметрии: Азгальдов Г. Г. и др. Среди зарубежных ученых следует выделить работы: Конечны М. (Чехия), Ratajski L. (Польша), McKendry J., Godil A. (США), Wagan A. I. (Пакистан), Xiaolan L. (Китай).

Анализ трудов перечисленных авторов, а также нормативных документов привел к выводу, что степень разработанности темы недостаточна для современных условий, поскольку за последние годы изменились технологии создания и оценки карт, исчезла монополия картографических фабрик. Детально степень разработанности темы описана в разделе 1 диссертации.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационного исследования является разработка методики обеспечения и контроля качества дизайна печатных КИ на базе классификации квалиметрических свойств.

Основные задачи диссертационного исследования:

- выполнить анализ существующих методов и способов оценки качества картографических произведений для выявления метода (способа), позволяющего осуществить количественную оценку качества дизайна КИ;
- разработать классификацию оценочных квалиметрических свойств и показателей дизайна КИ, необходимую для проведения квалиметрической оценки, обобщить и систематизировать существующие нормативы качества;
- разработать методику обеспечения и контроля качества дизайна КИ, провести ее апробацию, разработать алгоритм расчета оценок качества, нормативы качества свойств КИ, условия проведения оценки качества;
- исследовать возможности применения экспертного метода для оценки качества дизайна КИ, обосновать выбор методов (способов) сбора и обработки экспертных данных для их дальнейшего включения в разработанную методику;
- разработать программное приложение для обработки результатов оценки качества дизайна КИ.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является качество дизайна КИ. Предмет исследования – методика обеспечения и контроля качества дизайна КИ.

Научная новизна исследования:

- в результате развития и дополнения существующего перечня свойств картографических условных знаков разработана классификация оценочных квалиметрических свойств дизайна КИ;
- на основании информационно-аналитического исследования и научно обоснованных требований к дизайну КИ разработаны алгоритмы и процедуры получения оценок качества свойств дизайна КИ (читаемость, различимость, наглядность, разноплановость, эстетичность, информативность, метричность);

– разработана методика обеспечения и контроля качества дизайна КИ, позволяющая рассчитывать количественные оценки, включающая разработанные нормативы качества и требования к условиям проведения оценки качества;

– разработано специализированное программное приложение на основе существующей программы Mathcad для автоматизированного расчета оценки качества свойств дизайна КИ, отдельных видов оформления КИ: шрифтового, штрихового, фонового и качества дизайна КИ в целом.

Разработанная методика дает возможность автоматизированной оценки качества дизайна КИ путем программной обработки результатов измерения характеристик КИ и экспертных оценок.

Теоретическая значимость работы. Исследования вносят вклад в развитие теории оформления (дизайна) карт и картографии в целом, заключающийся в расширении методологического аппарата оценки качества дизайна КИ путем использования количественных методов квалиметрии.

Практическая значимость работы. Разработанная методика может быть использована редакционными и экспертными группами на производстве для выбора наилучшего варианта дизайна КИ. Предлагаемая методика позволяет осуществлять контроль качества дизайна КИ на всех этапах работы: от проектирования до создания оригинал-макета.

Методология и методы исследования. Диссертационное исследование строится на системном картографическом подходе, опирается на теоретико-методологические основы, отраженные в трудах ученых и изданных картографических произведениях. В работе использовались методы системного квалиметрического анализа, экспертных оценок, колориметрические методы измерений. При написании диссертации учитывались теория и законы цветового зрения (Вебера – Фехнера, апперцепции), зрительного восприятия, принципы цветовой пластики, традиции классической школы оформления карт. Для оценки результатов научных исследований применены эксперименты, включающие инструментальные измерения, а также визуальный анализ.

Положения, выносимые на защиту:

– предложенная классификация оценочных квалиметрических свойств и показателей дизайна КИ определяет перечень основных параметров, подлежащих оценке в соответствии с разработанной методикой обеспечения и контроля качества дизайна КИ;

– методика обеспечения и контроля качества дизайна КИ закладывает основу автоматизированного выполнения работ по оценке показателей качества КИ, поддающихся формализации, и обеспечивает объективную экспертную оценку показателей, не поддающихся формализации при современном уровне развития компьютерной техники и вычислительных технологий;

– рекомендации по оформлению печатных обзорных туристских КИ обеспечивают создание высококачественных картографических произведений без существенных затрат рабочего времени и изменения принятого на производстве технологического процесса.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Тематика диссертации соответствует областям исследований: 8 – Оформление картографических произведений, картографический дизайн; 12 – Использование карт в науке и практике, картометрия, математико-картографическое моделирование, точность и надежность исследований по картам паспорта научной специальности 25.00.33 – Картография, разработанного экспертным советом ВАК Минобрнауки России.

Степень достоверности и апробация полученных результатов исследования. Основные положения диссертационной работы докладывались на пяти научно-технических конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых МИИГАиК: 66-й (2011 г.), 67-й (2012 г.), 68-й (2013 г.) и 69-й (2014 г.), а также на Международной научно-практической конференции «Картоведение: история и современность» (2012 г.).

Публикации по теме диссертации. Основные теоретические положения и результаты исследований отражены в шести научных статьях, опубликованных в изданиях, входящих в перечень российских рецензируемых научных

изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Структура и объем диссертации. Объем диссертации составляет 192 страницы машинописного текста. Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, словаря терминов и списка литературы, включающего 164 наименования. Работа содержит 13 таблиц, 18 рисунков, 4 приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована ее цель, задачи, объект и предмет исследования, основные защищаемые положения, определена научная новизна, а также теоретическая и практическая значимость работы, приведены сведения об апробации полученных результатов.

В первом разделе диссертации выполнен анализ существующего на сегодняшний день в России и за рубежом опыта оценки качества картографических произведений. При исследовании данной темы использованы литературные источники и нормативные документы – государственные стандарты качества, охватывающие период с 60-х гг. XX в. до настоящего времени. Этот анализ позволил сделать следующие выводы.

1 Исследования по данной теме выполнялись до 1990-х гг., и в них не учитывались новейшие технологии создания и оценки КИ, а также стремление к образному мышлению, характерное для современных пользователей.

2 В настоящее время отсутствуют формулы расчета и количественные критерии (нормативы) для оценки качества дизайна КИ. Существующие наработки в этой области – отдельные единичные нормативы, они разрознены, встречаются в трудах разных ученых и нуждаются в объединении и систематизации. Качество карты оценивается преимущественно по содержанию и точности, что не может дать представления об уровне ее дизайна.

3 Нормативные документы (ГОСТы) ориентированы на создание цифровых карт и ограничиваются требованиями к их содержанию (синтаксическая

корректность данных, их полнота, современность, достоверность, правильность идентификации объектов) и к системе классификации и кодирования объектов. В свою очередь, читаемость КИ, его наглядность, различимость, многоплановость и эстетичность в ГОСТах не упоминаются, не говоря уже о количественных мерах этих свойств, вероятнее всего, из-за высокой сложности и наукоемкости задачи.

4 Унифицированные условные знаки, обеспечивающие качество дизайна, разработаны только для топографических, геологических и технических карт.

5 В непрофильной научной и технической литературе практикуется применение экспертных методов количественной оценки свойств, не имеющих физических единиц измерения. Это побуждает к разработке аналогичных подходов в оценке дизайна КИ. Так, в первом разделе диссертации экспертный метод рекомендуется для оценки некоторых свойств в случае невозможности проведения инструментальных измерений.

Также в первом разделе раскрыты аспекты применения искусствоведения, изучающей методы количественной оценки красоты и эстетики, рассмотрена возможность её применения в оценке качества дизайна КИ.

Во *втором разделе* определено базовое понятие: *изобразительные свойства КИ* – характеристики, проявляющиеся при его рассмотрении, способствующие либо препятствующие удовлетворению нужд пользователей. Всестороннее обеспечение качества дизайна изобразительных свойств КИ побуждает пользователя к образному, а не понятийному мышлению, что в конечном счете способствует более полному усвоению сведений, представленных на КИ.

Во *втором разделе* описана разработанная авторская классификация оценочных квалиметрических свойств и показателей оформления КИ (рисунок 1), в дальнейшем ставшая основой для разработки методики обеспечения и контроля качества дизайна КИ. Этапы разработки методики приведены на рисунке 2, а ее структура – на рисунке 3. Расширенный вариант классификации, в котором представлены также нормативы качества, приведен в диссертации.

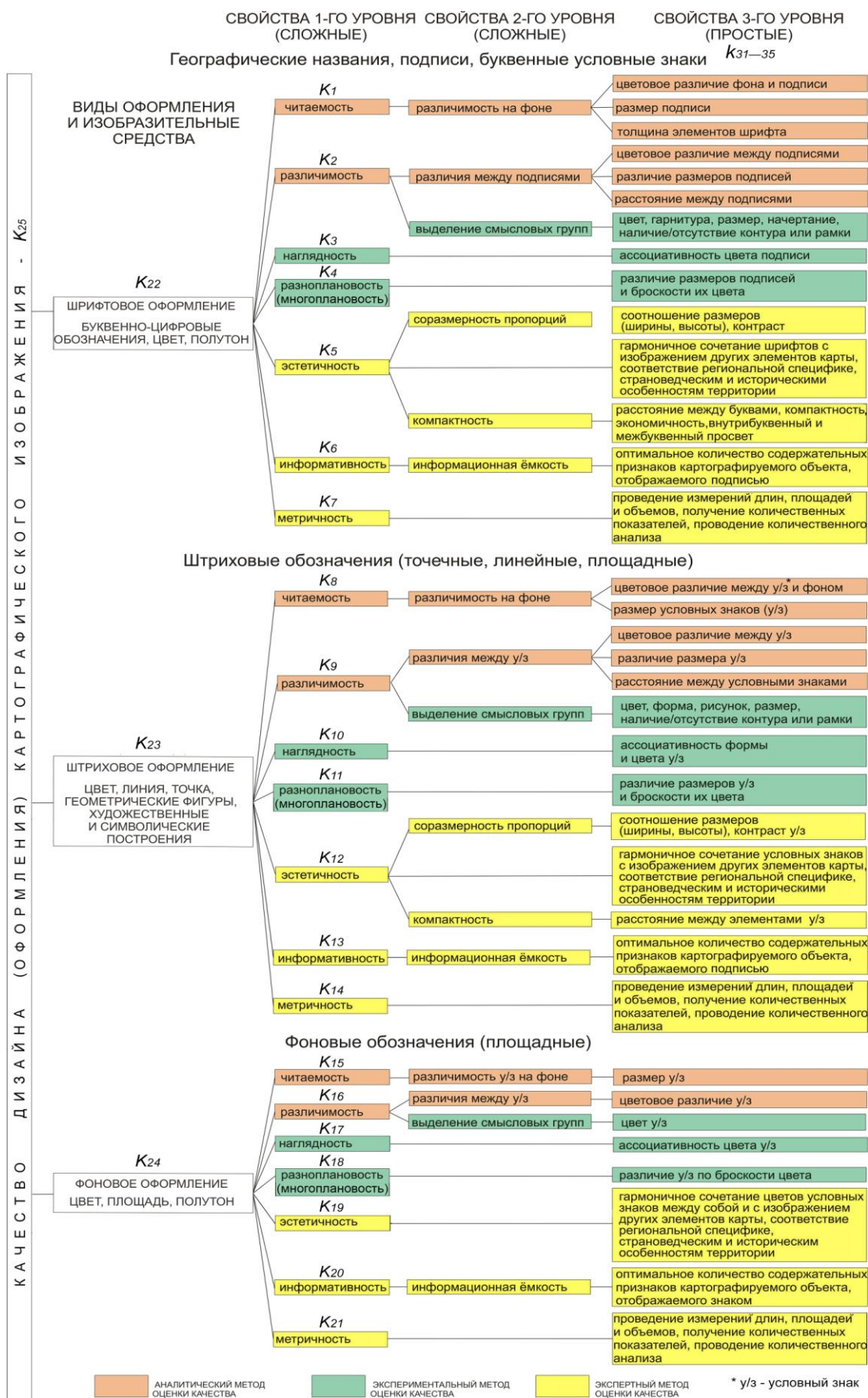


Рисунок 1 – Классификация оценочных квалиметрических свойств дизайна (оформления) КИ с указанием метода оценки качества

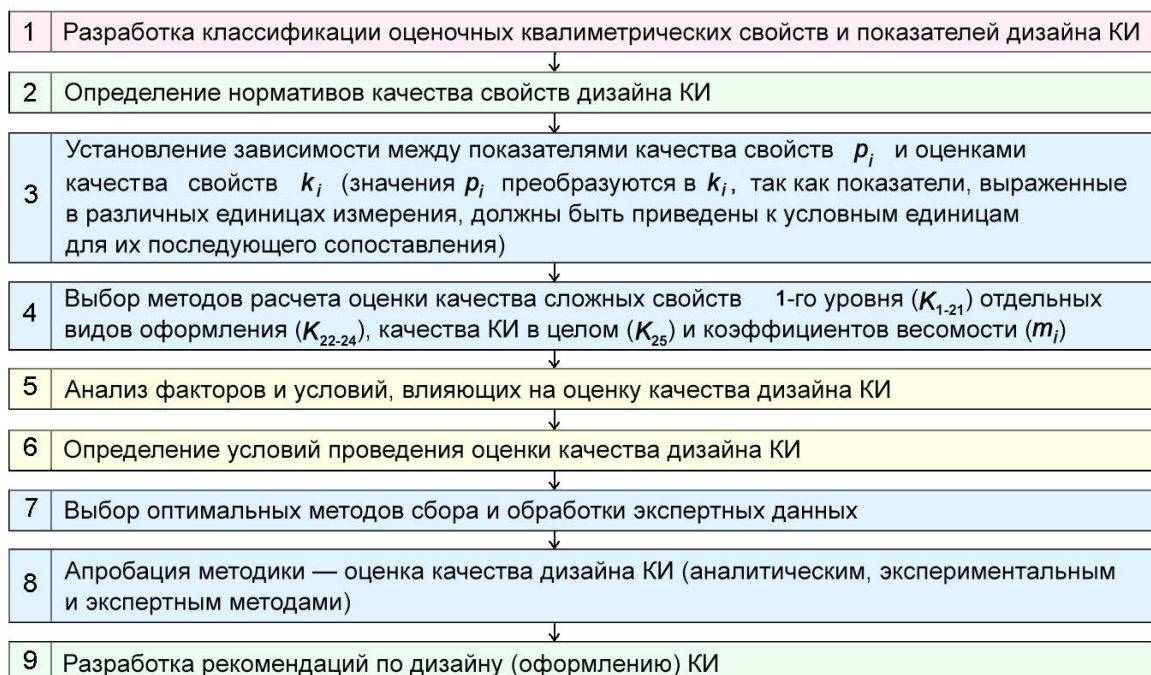


Рисунок 2 – Последовательность разработки методики обеспечения и контроля качества дизайна КИ (цвета соответствуют рисунку 3)



Рисунок 3 – Структура методики обеспечения и контроля качества дизайна картографического изображения

В основу предлагаемой классификации положены следующие принципы.

- 1 Полнота представления всех видов оформления КИ (шрифтовое, штриховое, фоновое), а также *изобразительных и графических средств* (цвет, линия, точка, площадь, полутон, буквенно-цифровое обозначение и т. д.).

2 Отбор из потенциально неограниченного набора свойств КИ их достаточного и необходимого количества, востребованного пользователями и обеспечивающего оптимальную трудоемкость процедуры оценки качества.

3 Рассмотрение качества КИ как сложного обобщенного свойства, определяемого совокупностью более простых (неделимых) свойств.

4 Выделение в каждом из видов оформления основных (сложных) изобразительных свойств первого уровня, определяющих их качество (читаемость, различимость, наглядность, многоплановость, эстетичность, информативность, метричность) и их разделение на простые оценочные свойства второго и третьего уровней.

5 Использование (отображение в классификации) всех методов оценки качества, применяемых в квалиметрии – аналитических, экспериментальных и экспертных с предпочтением аналитических.

6 Преимущество в установлении нормативов показателей качества: использование известных ранее характеристик наравне с вновь разработанными.

7 Последовательная оценка качества послойной структуры КИ по каждому из элементов оформления (штриховое, шрифтовое, фоновое).

Выдерживая концептуальные подходы к разработке классификации, на первой ступени иерархии выделены основные виды оформления карт со свойственными им изобразительными и графическими средствами:

– *шрифтовое* – применение шрифтов, отображающих географические названия, подписи и характеристики. Шрифтовое оформление может быть передано изобразительными средствами в виде буквенно-цифрового обозначения, цвета, полутона;

– *штриховое* – совокупность изображений, передаваемых цветом, линиями, точками, геометрическими и символическими построениями и т. д.;

– *фоновое* – изображение площадей, передаваемое равномерной, ступенчатой или градиентной окраской, полутоном, текстурой.

Ряд картографов выделяет также и художественное оформление как самостоятельный его вид. Но оно формируется квалифицированным творческим использованием других видов оформления. Поэтому в предлагаемой классификации художественное оформление отдельно не выделено, а предполагается присутствующим в шрифтовом, штриховом и фоновом оформлении. По сложившимся представлениям о качестве КИ указаны оценочные свойства первого уровня (сложные), присущие каждому из перечисленных видов оформления. Несмотря на одинаковые названия, эти свойства по-разному проявляются в каждом из видов оформления.

Читаемость КИ. В шрифтовом оформлении относится к восприятию географических названий, подписей и буквенных условных обозначений, обеспечивая быстроту и легкость их чтения. В штриховом оформлении определяет восприятие точечных и линейных условных обозначений, а также площадей, заполненных штриховым рисунком. В фоновом оформлении обуславливает представление о размерах территориальных единиц, отображенных цветом или полутонами, их плановых очертаниях и пространственном размещении.

Различимость КИ. В шрифтовом оформлении отвечает за визуальную дифференциацию подписей, относящихся к различным элементам содержания и (или) градациям. В штриховом оформлении позволяет отличать условные знаки друг от друга по их форме, цвету, размеру, наличию контура или рамки. В фоновом оформлении – визуальная дифференциация площадей, отображенных различным цветом.

Наглядность КИ. В шрифтовом оформлении обеспечивает ассоциируемость цвета подписей с отображаемыми объектами. В штриховом – ассоциируемость не только цвета, но и формы условных знаков с отображаемыми объектами природы. В фоновом оформлении это передача цветом качественных и количественных свойств отображаемых на карте объектов или явлений.

Разноплановость КИ. Достигается применением ярких, насыщенных, крупных шрифтов и условных знаков для выделения более значимых для читателя подписей и условных обозначений на первый план.

Эстетичность КИ. В шрифтовом оформлении определяется соразмерностью пропорций шрифтов, гармоничностью их сочетания с изображением других элементов КИ, соответствием региональной специфике, страноведческим, историческим и другим особенностям территории. В штриховом оформлении характеризуется сочетанием формы, цвета и размеров условных обозначений, отображенных на карте. В фоновом оформлении – цветовыми сочетаниями окрашенных площадей.

Информативность КИ. Количество передаваемых условным знаком или подписью содержательных признаков картографируемых объектов.

Метричность КИ. Данное свойство позволяет проводить количественный анализ и измерения, т. е. извлекать из КИ абсолютные и относительные количественные показатели.

Рассмотренные семь свойств определяют качество дизайна КИ на первом уровне его оценки. Дальнейшая дифференциация оценочных свойств следует на втором иерархическом уровне сложных свойств, разлагаемых на простые (третьего уровня), представленные разработанными математически определенными показателями качества и нормативами – предлагаемыми и ранее известными.

В соответствии с послойной структурой КИ, в каждом виде оформления предусмотрено деление объектов на точечные, линейные, площадные (штриховое и фоновое оформление), а также географические названия, подписи и буквенные условные знаки (шрифтовое оформление). Данное деление отражено в классификации (см. рисунок 1).

Оценку качества дизайна КИ предполагается выполнять аналитическим, экспериментальным и экспертным методами (на рисунке 1 выделены разными цветами). Перечисленные методы позволяют получить количественную меру качества. Аналитические и экспериментальные методы опираются на непосредственные приборные измерения, а также результаты экспериментов (в том числе проведенных с участием экспертов). Экспертный метод полностью основывается на данных, полученных путем опроса экспертов. Учет принципов квали-

метрии позволил разработать алгоритм сбора и обработки данных для дальнейших исследований, отраженных в третьем разделе.

Третий раздел диссертации посвящен квалиметрической оценке качества дизайна КИ. В соответствии с разработанным алгоритмом (см. рисунок 2), где классификация представлена *первым этапом* и нормативы (*по алгоритму – второй этап*) уже определены, далее устанавливается зависимость между показателями качества (p_i) и оценками качества (k_i) простых свойств третьего уровня. Данная зависимость математически определена общей концептуальной формулой, принятой в квалиметрии:

$$k_i = \frac{p_i - p_i^{\min}}{p_i^{\max} - p_i^{\min}}, \quad 0 \leq k_i \leq 1, \quad (1)$$

где k_i – оценка качества (измеренная величина показателя качества, соотнесенная с нормативами); p_i – показатель, абсолютная фактически измеренная на исследуемой карте величина; p^{\max} , p^{\min} – нормативы (значения, в пределах которых должны находиться показатели p_i).

Нормативы p^{\max} , p^{\min} свойств третьего уровня, поддающихся измерениям, определены аналитически – по нормативным документам или эмпирически – путем анализа большого количества изданных карт. При проведении оценки качества, абсолютные показатели p_i таких свойств должны быть измерены с помощью: спектроденситометра (цветовое различие ΔE вычисляется по стандартам ISO CIE), шкалы толщин, циркуля-измерителя и металлических линеек. На рисунке 1 такие свойства отображены красным цветом. Для свойств третьего уровня, отмеченных в классификации зеленым цветом, нормативы получены экспериментально, а абсолютные показатели качества определены с помощью двух величин – точности и времени решения по КИ поставленной задачи:

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

где w_i – точность решения задачи; t – время решения задачи.

Показатели качества эстетических свойств третьего уровня, а также информативности и метричности, не поддающиеся измерению описанными выше методами, предложено оценивать экспертным методом с применением оценочных шкал, где значения p_i , p^{\max} , p^{\min} показывают различную степень выраженности качественных характеристик (в баллах). На рисунке 1 такие свойства выделены желтым цветом.

На *четвертом этапе* производится выбор методов расчета комплексной оценки качества, характеризующей несколько свойств, – K_i . Эта оценка относится к сложным свойствам первого уровня, каждому виду оформления (шрифтовому, штриховому, фоновому) и, следовательно, к качеству КИ в целом (см. рисунок 1).

В диссертации проанализировано семь способов расчета оценки, предлагаемых в квалиметрии, но выбор сделан в пользу двух, выраженных следующими формулами. Для сложных свойств первого уровня (K_{1-21}) предложено использовать формулу

$$K_{i(1-21)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_{i(1-35)}, \quad 0 \leq k_i \leq 1, \quad (3)$$

где $K_{i(1-21)}$ – оценка качества сложных свойств первого уровня; k_i – оценка качества простых свойств третьего уровня; n – количество простых свойств третьего уровня.

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

$$K_{i(22-24)} = \sum_{i=1}^n K_{i(1-21)} m_i, \quad K_{i(25)} = \sum_{i=1}^n K_{i(22-24)} m_i, \quad 0 \leq m_i \leq 1, \quad (4)$$

где $K_{i(25)}$ – комплексная оценка качества КИ; $K_{i(22-24)}$ – оценка отдельных видов оформления КИ; $K_{i(1-21)}$ – то же, что в формуле (3); n – количество свойств/видов оформления; m_i – коэффициенты весомости свойств/видов оформления.

Также на *четвертом этапе* производится выбор метода расчета коэффициентов весомости свойств (m_i) из нескольких, предлагаемых квалиметрией: метода предпочтения, ранга, частичного и полного попарного сопоставления, последовательных сопоставлений. Выбор сделан в пользу метода рангов:

$$m_i = \frac{\sum_{j=1}^r w_{ij}}{\sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^n w_{ij}}, \quad (5)$$

$$w_{ij} = \frac{p_{ij}}{\sum_{i=1}^n p_{ij}}, \quad (6)$$

где m_i – коэффициент весомости; w_{ij} – нормированная оценка весомости; n – количество i -х свойств; r – количество j -х экспертов; p_{ij} – весомость, назначенная j -м экспертом i -му свойству.

Преимущество этого метода в том, что при небольшой трудоемкости вычислений обеспечивается более высокая достоверность результатов оценки весомости, а процедура опроса проста и не вызывает затруднений у экспертов.

Замечено, что расчет коэффициентов весомости может быть облегчен без понижения точности результата за счет модификации формулы (5) в формулу

$$m_{i_{\text{мод.}}} = \frac{\sum_{j=1}^r w_{ij}}{r}, \quad (7)$$

где m_i , w_{ij} , r – то же, что в формулах (5), (6).

Корректность модифицированной формулы подтверждена вычислениями коэффициента весомости для большого числа исследуемых КИ.

На *пятом этапе* производится анализ факторов и условий, влияющих на зрительную оценку качества дизайна КИ. Необходимость данного этапа про-

диктована тем, что некоторые свойства не поддаются (либо сложно поддаются) оценке аналитическим и экспериментальным методами и требуют привлечения экспертов.

Для обеспечения объективности экспертной оценки, вошедшей в состав разработанной методики обеспечения и контроля качества КИ, исследованы факторы, влияющие на зрительное восприятие КИ (печатного и электронного). Такими факторами являются: *расстояние рассматривания; спектральный состав освещения; одновременный цветовой контраст; угол наблюдения и освещения; размер изображения; характер печатной поверхности (дисплея); закон апперцепции; индивидуальные физиологические особенности зрения.*

На основе результатов проведенного исследования сформулированы авторские рекомендации, нацеленные на предотвращение ошибок зрительного восприятия. Они могут быть использованы как при разработке дизайна КИ, так и при контроле его качества. В диссертации приведены оптимальные величины перечисленных выше факторов как для печатных, так и для электронных КИ.

Шестой, седьмой этапы – разработка требований к проведению экспертной оценки качества свойств дизайна КИ, выбор оптимальных методов сбора и обработки экспертных данных. На данных этапах потребовалось решить ряд задач: определить оптимальное количество участников опроса, а также состав экспертной группы; выбрать способ оценки компетентности экспертов, способ проведения опроса, постановки задания и вынесения оценок; разработать оценочные шкалы; установить оптимальный способ проверки согласованности результатов опроса. Для решения данных вопросов применялись основы квалиметрии.

В диссертации проанализированы существующие экспериментальные исследования, а также рекомендации, содержащиеся в руководствах по теории вероятности и ГОСТах. Установлено, что для получения надежных результатов экспертной оценки качества свойств дизайна КИ необходимо, чтобы *количество участников опроса* было не менее 20 человек.

Экспертная группа должна формироваться из потенциальных пользователей (представителей целевой аудитории оцениваемой картографической продукции).

Компетентность экспертов следует определять в два этапа: собеседование, затем – тестирование и вычисление коэффициента компетентности по формуле

$$K_{\text{комп.}j} = \sum_{i=1}^n M_{\text{инф/знак}} \cdot K_{\text{инф/знак}}, \quad (8)$$

где $K_{\text{комп.}j}$ – компетентность j -го эксперта; $K_{\text{инф/знак}}$ – оценка информированности и знакомства; $M_{\text{инф/знак}}$ – весомость оценки информированности и знакомства; n – количество оценок.

Способ опроса экспертов, постановки задания и вынесение оценок. В работе проанализировано 20 способов проведения экспертного опроса с точки зрения их информативности, объективности и трудоемкости. Окончательный выбор сделан в пользу закрытого анкетирования.

Шкалы для оценки качества и весомости свойств КИ. 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. Разработаны шестиступенчатая шкала интервалов для определения коэффициентов весомости свойств дизайна и элементов оформления КИ и пятиступенчатая шкала интервалов для оценки качества свойств дизайна КИ.

Расчет показателя согласованности результатов опроса V_i . Числовая мера, характеризующая близость мнений различных экспертов, выражена в работе коэффициентом вариации

$$V_i = \frac{S_{k_i, m_i}}{T_i}, \quad (9)$$

где S_{k_i, m_i} – среднеквадратическое отклонение оценки качества/весомости; T_i – среднее значение показателя/оценки.

Для автоматизации выполнения расчетов при практическом применении предлагаемой методики разработано специализированное приложение к программе Mathcad. Для его работы оператору необходимо ввести значения показателей качества простых свойств третьего уровня и коэффициенты весомости.

В четвертом разделе выполнена апробация разработанной методики на примере авторских образцов обзорных туристских КИ (рисунок 4). В качестве опытных образцов выбраны туристские карты, поскольку они являются наиболее массовым видом картографической продукции и должны отличаться высоким качеством дизайна. Алгоритм выполнения оценки качества дизайна КИ согласно разработанной методике представлен на рисунке 5.

Работа с экспертами проводится в несколько этапов. Сначала оценивается их компетентность. Затем эксперты участвуют в оценке эстетических, информативных и метрических свойств КИ и оценке весомости свойств.

Построена четырехступенчатая шкала, в соответствии с которой оценивалось качество дизайна рассмотренных КИ (таблица 1). Выполнены дополнительные эксперименты – сравнение зрительной и приборной оценки цветового различия и экспертное ранжирование рассмотренных КИ (см. рисунок 4) в порядке предпочтения. Результаты дополнительных экспериментов подтвердили состоятельность разработанной методики.

Таблица 1 – Результаты оценки качества

Номер образца и оценка качества	Шкала значений оценки качества дизайна КИ K_{25}	
	№ 1 0,49	Удовлетворительное
№ 2 0,60	Хорошее	0,5–0,74
№ 3 0,78	Отличное	0,75–1,0
№ 4 0,75	Отличное	
№ 5 0,69	Хорошее	0,5–0,74
нет	Неудовлетворительное	0–0,24

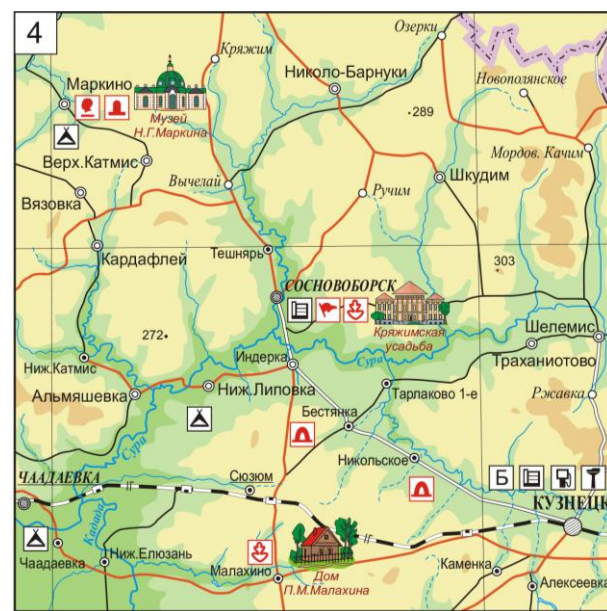
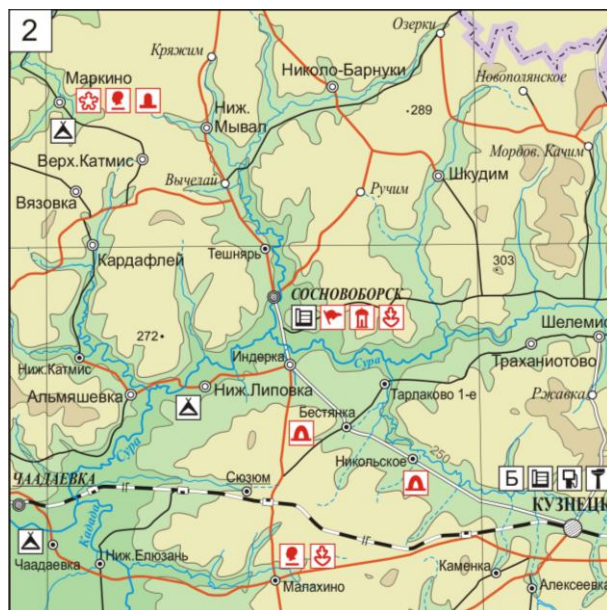
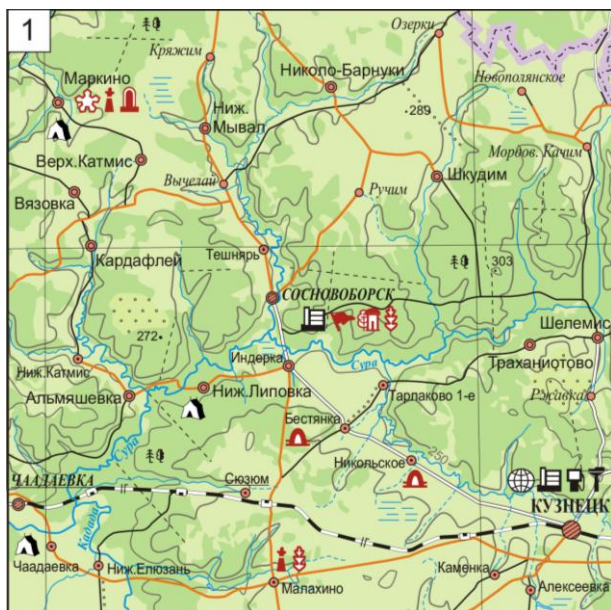


Рисунок 4 – Фрагменты туристских КИ, на которых проводилась апробация методики (порядок соответствует таблице 1)

1 ФОРМИРОВАНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ ГРУППЫ

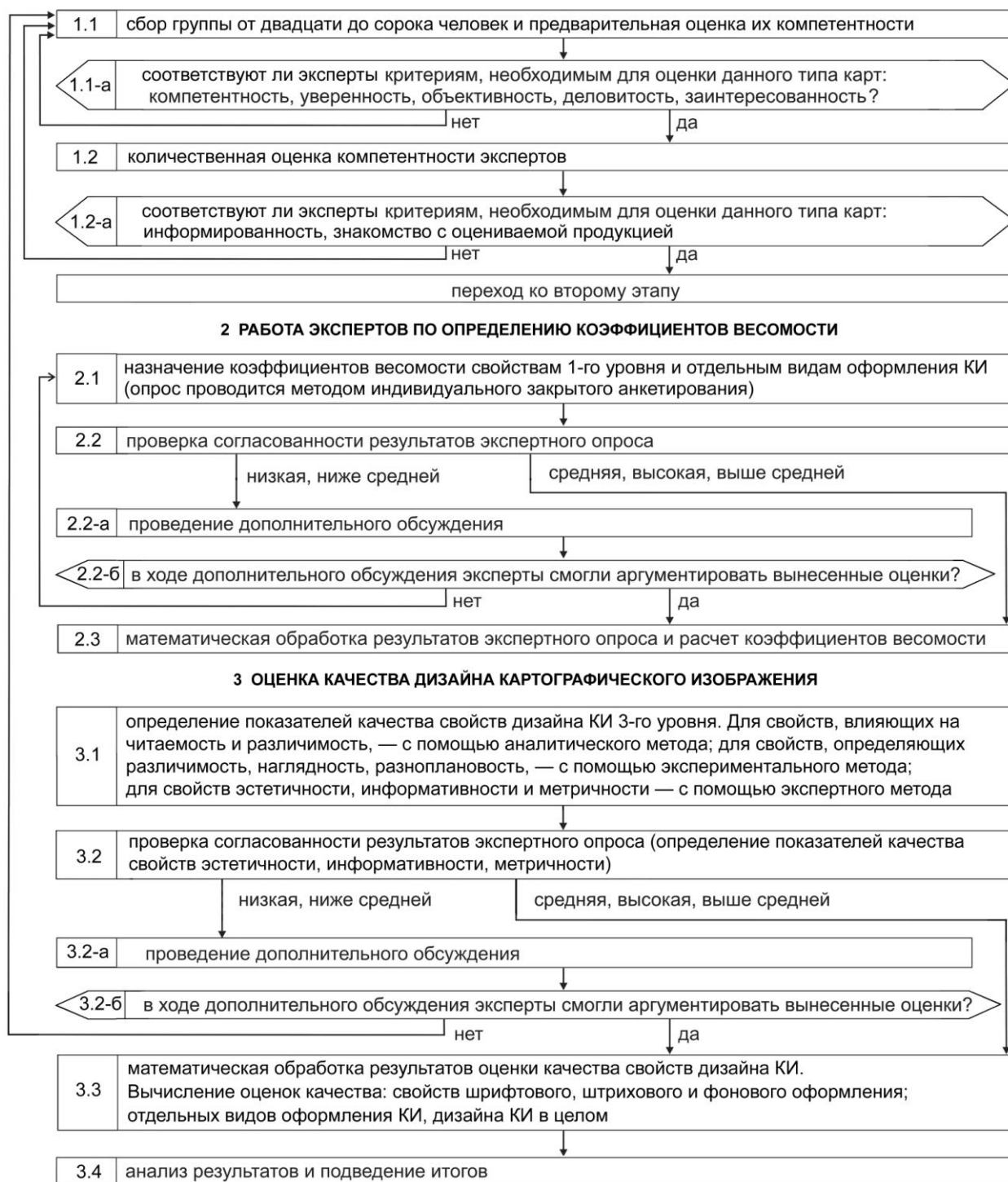


Рисунок 5 – Алгоритм квалиметрической оценки для обеспечения и контроля качества дизайна КИ

Проведенное исследование позволило разработать некоторые новые рекомендации по оформлению печатных обзорных туристских КИ. В основном они представлены количественными критериями (нормативами) свойств КИ, а также словесным описанием. Рекомендации сопровождаются авторскими образцами

обзорных туристских КИ, в разной степени соответствующими требованиям качества, и могут служить пособием при создании или обновлении карт. Рекомендации приведены в четвертом разделе диссертации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе достигнута поставленная цель – разработана методика обеспечения и контроля качества дизайна КИ для широкого круга пользователей. Основные результаты исследования состоят в следующем.

1 Выполнен анализ существующих методов и способов оценки качества карт, который доказал, что наиболее перспективным для количественной оценки качества дизайна КИ является квалиметрический метод.

2 Разработана классификация оценочных квалиметрических свойств и показателей дизайна КИ и определены нормативы качества, обеспечивающие проведение квалиметрической оценки дизайна КИ.

3 Разработана методика обеспечения и контроля качества дизайна КИ, включающая систему технических и технологических разработок: формулы для расчета оценок качества, нормативы качества, требования к условиям проведения оценки качества, методы сбора и обработки данных. Обосновано применение метода экспертных оценок в разработанной методике. Предложены рекомендации по оформлению печатных обзорных туристских КИ, обеспечивающие высокое качество дизайна.

4 Разработано программное приложение для автоматизированного расчета оценок качества дизайна КИ (на основе программы Mathcad).

5 Составлены авторские оригиналы печатных обзорных туристских КИ, в разной степени соответствующие разработанным критериям качества. На их примере проведена апробация разработанной методики. Результаты, полученные в ходе апробации, позволили выбрать из нескольких туристских КИ образец с лучшим дизайном.

Разработанную в диссертации методику обеспечения и контроля качества дизайна КИ рекомендовано использовать при создании, рецензировании и аттестации картографической продукции, предназначенной для широкого круга пользователей.

Перспективными направлениями дальнейших исследований в данной области являются: формирование базы знаний, включающей параметры и оценки качества дизайна КИ; поиск путей минимизации негативного влияния человеческого фактора на результаты оценки качества дизайна КИ; автоматизация, формализация и роботизация процесса построения дизайна КИ с применением искусственного интеллекта; разработка подходов к оценке качества дизайна электронных КИ, дополнительных элементов дизайна печатных карт; создание комплексной методики оценки качества картографических произведений, сочетающей оценку содержания и дизайна.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Жукова, О. Ю. Оценка влияния внешних факторов на зрительное восприятие цветной картографической продукции [Текст] / О. Ю. Жукова, Л. В. Гедз // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 6. – С. 29–34.

2 Жукова, О. Ю. Оценка качества изобразительных свойств электронных карт экспертными методами [Текст] / О. Ю. Жукова, Л. В. Гедз // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 6. – С. 28–33.

3 Жукова, О. Ю. Оценка качества изображения рельефа на электронных картах [Текст] / О. Ю. Жукова, О. В. Ковалева, Л. В. Гедз // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 1. – С. 60–66.

4 Жукова, О. Ю. Оценка качества изобразительных свойств электронных карт на примере туристских [Текст] / О. Ю. Жукова, Л. В. Гедз // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 5. – С. 33–38.

5 Гедз, Л. В. Классификация оценочных квалиметрических свойств картографического изображения [Текст] / Л. В. Гедз // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 4. – С. 75–80.

6 Яловкина, Л. В. О результатах разработки методики обеспечения и контроля качества дизайна картографического изображения [Текст] / Л. В. Яловкина, О. Н. Николаева // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 1. – С. 211–221.