

Научно-практическая статья/Research article

УДК 528.944:911.2

<https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-3-62-71>

Формализация выбора оптимальных способов представления информации о динамике географических объектов

Р. Р. Аскаргов^{1✉}, С. А. Крылов¹

¹ Московский государственный университет геодезии и картографии, г. Москва, Российская Федерация

e-mail: rishat_ar@mail.ru

Аннотация. Исследованы вопросы формализации выбора оптимальных способов представления информации о динамике географических объектов. Разработана технология, позволяющая определить наиболее подходящие способы визуализации для правильного отображения изменений характеристик географических объектов карты в зависимости от поставленных целей. Для выбора способов визуализаций предлагаются две группы факторов: структура данных (количество характеристик, количество изменений за временной период, тип данных, характер временных данных) и назначение визуализации (цель исследования, вид издания). Выполнено кодирование используемых способов представления информации о динамике географических объектов и предлагаемых факторов. Формализация выбора основывается на составленной матрице соответствия кодов выделенных факторов и кодов оптимальных способов отображения информации о динамике географических объектов. Приведен пример использования разработанной матрицы.

Ключевые слова: географические объекты, динамика географических объектов, способы представления, таблицы, диаграммы, картографическая визуализация

Для цитирования:

Аскаргов Р. Р., Крылов С. А. Формализация выбора оптимальных способов представления информации о динамике географических объектов. *Вестник СГУГиТ*. 2026. Т. 31, № 3. С. 62–71. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-3-62-71>

Formalizing the selection of optimal approaches to represent the dynamics of geographic objects

R. R. Askarov^{1✉}, S. A. Krylov¹

¹ Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russian Federation

e-mail: rishat_ar@mail.ru

Abstract. The formalization issues of selecting optimal methods for representing information on the dynamics of geographic objects are investigated in the study. A methodology that determines the most suitable visualization techniques to accurately depict temporal changes in the attributes of mapped geographic features, tailored to specific objectives was developed. Two factor groups are proposed to select visualization technique: data structure (number of attributes, frequency of changes over a time, data type, and temporal characteristics) and visualization purpose (research objective and publication format). The visualization techniques and the proposed factors were encoded. The formal selection procedure is implemented via a correspondence matrix that maps codes of the identified factors to codes of optimal visualization techniques for representing the dynamics of geographical objects. An example illustrating the application of the matrix is provided.

Keywords: geographic objects, representation methods, tables, diagrams, cartographic visualization

For citation:

Askarov R. R., Krylov S. A. (2026) Formalizing the selection of optimal approaches to represent the dynamics of geographic objects. *Vestnik SSUGiT [Vestnik SSUGT]* Vol. 31, No. 3. pp. 62–71. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-3-62-71>

Введение

Работа с пространственными данными предусматривает возможность определения изменяющейся во времени информации, изучение метрических и семантических характеристик географических объектов, анализа их тенденций и взаимосвязей, сравнение показателей за разные временные промежутки. Для отображения информации о динамике объектов в картографической продукции (карты/серии карт, атласы, ГИС-проект, веб-картографические сервисы) широко применяются различные способы визуализации, в основном это таблицы, диаграммы, разнообразные картографические изображения [1–4]. Их состав и размещение зависит от типа конечного продукта и может быть различным. Например, таблицы, диаграммы и 3D-визуализации могут быть даны как в специальном разделе атласа, так и в виде дополнительной информации к карте или во всплывающем окне при взаимодействии с интерактивными объектами на веб-картографическом сервисе или в ГИС-проекте. Картографическими изображениями, которые применяются для отображения информации о динамике объектов, могут быть отдельная статическая карта, серия карт, картографическая анимация, 3D-визуализация, карта-анаморфоза. При этом картографическая анимация может применяться только на веб-картографических сервисах и в

ГИС-проектах (без использования элементов дополненной реальности на аналоговой карте). Практическая реализация способов визуализации представлена в виде многочисленных разработанных алгоритмов и решений для различных программных средств. Так, в работе [5] имеется раздел, посвященный особенностям визуализации временных данных, где помимо общих рекомендаций и основных принципов визуализации содержатся подробные инструкции построения диаграмм как с помощью готовых решений (например, Adobe Illustrator), так и с помощью языков программирования (CSS, JavaScript, R, Python и др.). В геоинформационных системах для визуализации данных различными способами применяют встроенные инструменты или отдельные подключаемые модули (плагины). Например, в QGIS создание диаграмм различных типов возможно как через свойства слоя (для размещения их на карте), так и с использованием модуля (плагина) Data Plotly в макете (для размещения в отчете).

Несмотря на значительное количество разработок по реализации способов визуализации информации о динамике объектов, в настоящее время отсутствуют решения по их автоматизированному выбору. Данная задача является актуальной в связи с большим количеством применяемых способов визуализации, различием в числе отображаемых

характеристик, их типе, характере временных данных и количестве изменений за исследуемый временной период. Также при выборе способа следует учитывать цель визуализации и место его применения (карта, атлас, ГИС-проект, веб-картографический сервис). Кроме того, при работе на веб-ресурсах визуально представлять информацию о динамике географических объектов могут не только специалисты в области картографии и геоинформатики, но и широкий круг пользователей.

Следует отметить, что в картографической практике существуют решения по формализации выбора различных способов отображения информации. Однако они касаются автоматизированного выбора способов изображения картографируемых объектов и явлений на тематических картах [6], а также формализации выбора способов отображения для элементов общегеографических и тематических карт в среде ГИС [7].

Статья посвящена формализации выбора способов визуализации изменений информации о географических объектах на основе анализа структуры (характеристик) данных и вариантов их использования. Это позволит пользователю определить, какие способы визуализации наиболее подходят для правильного отображения изменений характеристик географических объектов карты. Для достижения этого необходимо решить следующие задачи: предложить технологию автоматизированного определения оптимальных способов представления информации о динамике географических объектов; определить факторы, влияющие на выбор способов визуализаций; разработать матрицы соответствия, связывающей факторы со способами визуализации.

Материалы и методы исследования

Настоящая статья является продолжением исследований по автоматизированному формированию и визуализации справочных сведений о пространственных объектах на основе картографической базы данных [8, 9]. В ходе этих исследований определены пространственные объекты и их характеристики, для которых возможно получить и представить справочные сведения, разработана их

классификация и кодирование. Выделены три категории объектов: государства и политико-административные границы; социально-экономические объекты; природные объекты. Среди количественных и качественных семантических характеристик объектов выделяются характеристики, определяющие пространственные свойства объекта (например, высота, глубина и т. п.), топологические связи объектов; социально-экономические характеристики; показатели, характеризующие объекты природной среды.

Для автоматизированного общегеографического, тематического и атласного картографирования используется картографическая база данных, содержащая актуальную метрическую и семантическую информацию, причем состав и структура картографической базы данных должны обеспечивать автоматизацию не только технологических, но и информационных процессов [10]. Поэтому картографическую базу данных, формируемую на кафедре картографии МИИГАиК и представленную гидрографией, населенными пунктами, путями сообщения, границами, предлагается использовать в качестве источника для определения географических объектов и их характеристик.

Формирование информации об изменениях в метрике и семантике объектов картографической базы данных происходит на основе пространственно-временных баз данных. Для хранения изменяемых во времени и пространстве сведений и их связи с картографической базой данных предлагается использовать структуру пространственно-временных баз данных на примере создания исторических карт [11]. В ней предлагается полностью разделить геометрию и атрибутику объектов, что позволит вносить независимые друг от друга изменения. Среди концептуальных работ по организации пространственно-временных баз данных можно выделить исследования [12, 13].

Предыдущие исследования авторов позволили определить существующие способы визуализации изменений метрической и семантической информации о географических объектах, которые делятся на три большие группы: диаграммы, таблицы, картографи-

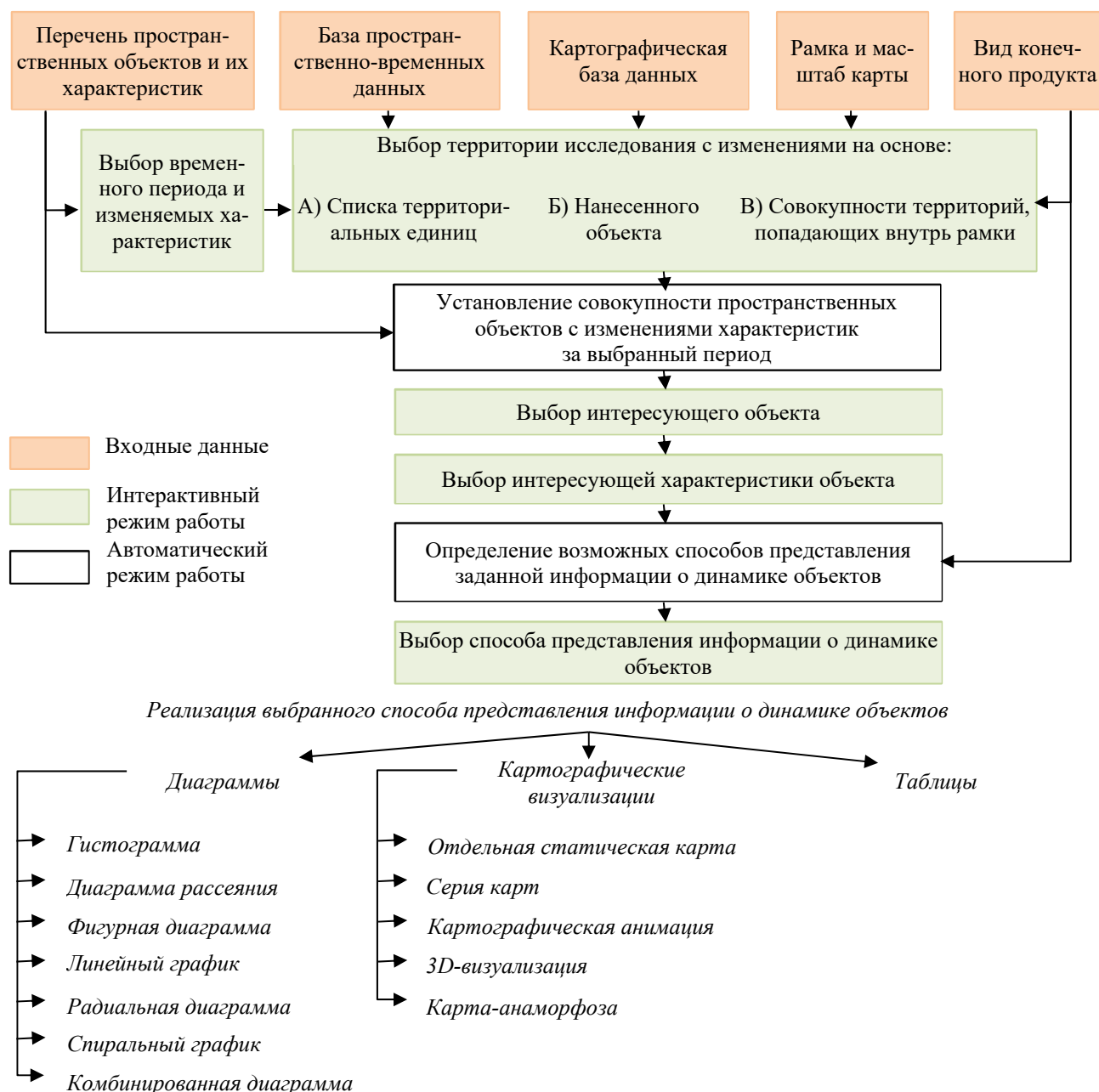
ческая визуализация [14]. Для автоматизации выбора способа выполнено их кодирование, в основу которого положен последовательный метод (табл. 1).

Таблица 1. Кодирование способов представления информации о динамике географических объектов

Код	Группа способов визуализации	Код	Способ визуализации	Описание
Д	Диаграммы	Д.1	Гистограмма	Горизонтальные или вертикальные столбцы в декартовой системе координат
		Д.2	Диаграмма рассеяния	Отдельные точки в декартовой системе координат
		Д.3	Фигурная диаграмма	Художественные изображения в декартовой системе координат
		Д.4	Линейный график	Точки, соединенные линией, в декартовой системе координат
		Д.5	Радиальная диаграмма	Точки, соединенные линией, или столбцы на радиально расположенных осях в полярной системе координат
		Д.6	Спиральный график	Данные в каком-либо виде (столбцы, линии, точки и т. д.), расположенные вдоль архимедовой спирали
		Д.7	Комбинированная диаграмма	Различные виды диаграмм, совмещенные на одном изображении
Т	Таблицы	Т.1	Таблица	Данные, приведенные в определенную систему и распределенные по графам
К	Картографическая визуализация	К.1	Отдельная статическая карта	Одна карта, отображающая динамику событий и явлений различными способами картографического изображения
		К.2	Серия карт	Несколько расположенных по порядку карт, каждая из которых отображает данные на определенный срез времени
		К.3	Картографическая анимация	Динамическая последовательность электронных карт-кадров, каждая из которых отображает данные на определенный срез времени
		К.4	3D визуализация	Интегрирование на картографическое изображение трехмерных объектов
		К.5	Карта-анаморфоза	Картограмма, отображающая значения показателя путем изменения площади территории

Результаты исследования и их обсуждение

Для автоматизированного определения оптимальных способов представления информации о динамике географических объектов предлагается технология, представленная на рисунке.



Технология автоматизированного определения оптимальных способов представления информации о динамике географических объектов

Оранжевым цветом на схеме выделены входные данные, зеленым – этапы работы, выполняемые в интерактивном режиме, белым – этапы работы, выполняемые в автоматическом режиме.

На первоначальном этапе в ручном или полуавтоматическом режиме выбирается интересующая территория исследования, имеющая изменения в метрической или семантической информации географических объектов. Для этого предлагаются следующие способы:

- выбор из списка территориальных единиц (административные единицы, бассейны рек, географические страны и др.), имеющих в картографической базе данных;

- выделение существующего или нанесенного на карту объекта, в том числе фиксированной (прямоугольной, круглой) или произвольной формы;

- автоматический выбор территориальных единиц, хранящихся в картографической базе данных и попадающих в охват рамки

карты или в созданный пользователем полигон различной формы, с последующим ручным выбором интересующей территории из сформированного перечня.

Уменьшение перечня территорий происходит на основе установки временного периода исследования и требуемых пользователю характеристик: метрических, топологических и семантических. При этом выбор временного периода ограничен имеющимися сведениями в базе пространственно-временных данных.

В результате для выбранной территории автоматически определяется совокупность пространственных объектов, имеющих изменения в заданном временном периоде и выбранных характеристиках. Из полученного списка выбирается интересующий для визуализации динамики информации объект и его характеристики.

Следующим этапом является определение предпочтительных способов представления динамики заданной информации на основе следующих факторов, разделенных на две группы:

1) структура (характеристика) данных:

– количество интересующих характеристик. При выборе нескольких характеристик целесообразно использовать способ комбинированных диаграмм. Например, на климатических картах для отображения температуры воздуха и количества осадков используются климатограммы, совмещающие линейный график и гистограмму. Также используются таблицы, отдельные статические карты, серии карт и картографические анимации;

– количество изменений за временной период. Например, если за выбранный временной период произошло не более трех изменений, то в использовании диаграмм нет необходимости, более рационально применять таблицы и способы картографической визуализации;

– тип данных в базе пространственно-временных данных и картографической базе данных. Для отображения символьных данных, например, изменений наименований географического объекта, подойдет только

табличный способ. Отображение числовых данных возможно любым способом;

– характер временных данных. Для отображения данных в дискретные моменты времени лучше подойдут гистограммы, диаграммы рассеяния, радиальные диаграммы, фигурные диаграммы, отдельные статические карты и серии карт. Для непрерывных временных рядов чаще всего используются линейные графики, радиальные диаграммы, картографические анимации и 3D-визуализации; для данных с циклической зависимостью – спиральные графики и картографические анимации. Таблицы и комбинированные диаграммы подходят для отображения временных данных любого характера;

2) назначение визуализации:

– цель исследования (визуализации). Например, для анализа тенденций рекомендуется применять линейные или спиральные графики, а также картографические анимации и серии карт; для сравнения величин – гистограммы, диаграммы рассеяния, радиальные диаграммы, фигурные диаграммы, отдельные статические карты и картографические анимации; для демонстрации взаимосвязей – комбинированные диаграммы и 3D-визуализации. Для получения точных цифр, когда важна детализация, целесообразнее использовать таблицы. Для отображения изменений не только во времени, но и в пространстве применяются способы картографической визуализации;

– вид картографической продукции. Использование анимации или 3D-визуализации невозможно в картах, сериях карт и атласах. Остальные способы отображения информации о динамике объектов могут быть использованы в любых видах картографической продукции (карты/серии карт, атласы, ГИС-проект, веб-картографические сервисы).

Факторы первой группы вычисляются автоматически на основе анализа данных, факторы второй группы определяются вручную.

Каждому фактору, влияющему на выбор способа представления информации о динамике географических объектов, для дальнейшей работы по автоматизации процесса визуализации были присвоены определенные числовые коды (табл. 2).

Таблица 2. Кодирование факторов, влияющих на выбор способа представления информации о динамике географических объектов

Код	Группа факторов	Код	Фактор	Код	Значение
1	Структура (характеристика) данных	1.1	Количество интересующих характеристик	1.1.1	Одна
				1.1.2	Несколько
		1.2	Количество изменений за временной период	1.2.1	Менее трех изменений
				1.2.2	3 и более изменений
		1.3	Тип данных	1.3.1	Символьный
				1.3.2	Числовой
		1.4	Характер временных данных	1.4.1	Дискретные моменты времени
				1.4.2	Непрерывные временные ряды
1.4.3	Циклическая зависимость				
2	Назначение визуализации	2.1	Цель исследования (визуализации)	2.1.1	Анализ тенденций
				2.1.2	Сравнение величин
				2.1.3	Демонстрация взаимосвязей
				2.1.4	Демонстрация точных значений
				2.1.5	Отображение изменений в пространстве и времени
		2.2	Вид картографической продукции	2.2.1	Карта / серии карт
				2.2.2	Атлас
				2.2.3	ГИС-проект
				2.2.4	Веб-картографический сервис

В результате составлена матрица (табл. 3), в которой каждому выделенному фактору соответствуют оптимальные способы отображения информации о динамике объектов.

Таблица 3. Соответствие способов представления информации о динамике географических объектов структуре (характеристике) данных и назначению визуализации

Код фактора	Код подходящего способа представления информации о динамике географических объектов												
	Д.1	Д.2	Д.3	Д.4	Д.5	Д.6	Т.1	К.1	К.2	К.3	К.4	К.5	
1.1.1	Д.1	Д.2	Д.3	Д.4	Д.5	Д.6	Т.1	К.1	К.2	К.3	К.4	К.5	
1.1.2	Д.7	Т.1	К.1	К.2	К.3								
1.2.1	Т.1	К.1	К.2	К.3	К.4	К.5							
1.2.2	Д.1	Д.2	Д.3	Д.4	Д.5	Д.6	Д.7	Т.1	К.1	К.2	К.3	К.4	К.5
1.3.1	Т.1												
1.3.2	Д.1	Д.2	Д.3	Д.4	Д.5	Д.6	Д.7	Т.1	К.1	К.2	К.3	К.4	К.5
1.4.1	Д.1	Д.2	Д.3	Д.5	Д.7	Т.1	К.1	К.2	К.3	К.4	К.5		
1.4.2	Д.4	Д.5	Д.7	Т.1	К.3	К.4	К.5						
1.4.3	Д.6	Д.7	Т.1	К.3									
2.1.1	Д.4	Д.6	К.2	К.3	К.4								
2.1.2	Д.1	Д.2	Д.3	Д.5	Т.1	К.1	К.2	К.5					
2.1.3	Д.7	Т.1	К.1	К.2	К.3								
2.1.4	Т.1												
2.1.5	К.1	К.2	К.3	К.4	К.5								
2.2.1	Д.1	Д.2	Д.3	Д.4	Д.5	Д.6	Д.7	Т.1	К.1	К.2	К.5	К.4	
2.2.2	Д.1	Д.2	Д.3	Д.4	Д.5	Д.6	Д.7	Т.1	К.1	К.2	К.5	К.4	
2.2.3	Д.1	Д.2	Д.3	Д.4	Д.5	Д.6	Д.7	Т.1	К.1	К.2	К.3	К.4	К.5
2.2.4	Д.1	Д.2	Д.3	Д.4	Д.5	Д.6	Д.7	Т.1	К.1	К.2	К.3	К.4	К.5

Автоматизированное определение совокупности предпочтительных способов отображения информации о динамике объектов осуществляется в соответствии с матрицей, представленной в табл. 4, где каждому способу соответствует порядок числовых кодов, соответствующих определенным факторам.

Таблица 4. Таблица автоматизированного подбора способа отображения информации о динамике географических объектов

Способ отображения информации о динамике географических объектов	Коды факторов					
	1. Структура (характеристика) данных				2. Назначение визуализации	
	1.1 Количество характеристик	1.2 Количество изменений за период	1.3 Тип данных	1.4 Характер временных данных	2.1 Цель исследования	2.2 Вид продукции
Д.1 Гистограмма	1.1.1	1.2.2	1.3.2	1.4.1	2.1.2	2.2.1–2.2.4
Д.2 Диаграмма рассеяния	1.1.1	1.2.2	1.3.2	1.4.1	2.1.2	2.2.1–2.2.4
Д.3 Фигурная диаграмма	1.1.1	1.2.2	1.3.2	1.4.1	2.1.2	2.2.1–2.2.4
Д.4 Линейный график	1.1.1	1.2.2	1.3.2	1.4.2	2.1.1	2.2.1–2.2.4
Д.5 Радиальная диаграмма	1.1.1	1.2.2	1.3.2	1.4.1 1.4.2	2.1.2	2.2.1–2.2.4
Д.6 Спиральный график	1.1.1	1.2.2	1.3.2	1.4.3	2.1.1	2.2.1–2.2.4
Д.7 Комбинированная диаграмма	1.1.2	1.2.2	1.3.2	1.4.1 1.4.2 1.4.3	2.1.3	2.2.1–2.2.4
Т.1 Таблица	1.1.1	1.2.1	1.3.1	1.4.1	2.1.2	2.2.1–2.2.4
	1.1.2	1.2.2	1.3.2	1.4.2 1.4.3	2.1.3 2.1.4	
К.1 Отдельная статическая карта	1.1.1	1.2.1	1.3.2	1.4.1	2.1.2	2.2.1–2.2.4
	1.1.2	1.2.2			2.1.3 2.1.5	
К.2 Серия карт	1.1.1	1.2.1	1.3.2	1.4.1	2.1.1	2.2.1–2.2.4
	1.1.2	1.2.2			2.1.2 2.1.3 2.1.5	
К.3 Картографическая анимация	1.1.1	1.2.1	1.3.2	1.4.1	2.1.1	2.2.3 2.2.4
	1.1.2	1.2.2		1.4.2 1.4.3	2.1.3 2.1.5	
К.4 3D-визуализация	1.1.1	1.2.1 1.2.2	1.3.2	1.4.1 1.4.2	2.1.1 2.1.5	2.2.1–2.2.4
К.5 Карта-анаморфоза	1.1.1	1.2.1 1.2.2	1.3.2	1.4.1 1.4.2	2.1.2 2.1.5	2.2.1–2.2.4

Рассмотрим процесс работы алгоритма по определению способов отображения информации о динамике объектов. Например, пользователя интересуют несколько характеристик, имеющих изменения (код 1.1.2), тогда в соответствии с матрицей предпочтительными способами отображения являются комбинированная диаграмма (Д.7), таблица (Т.1), отдельная статическая карта (К.1), серия карт (К.2) и картографическая анимация (К.3). Если допустить, что за указанное время характеристики менялись не больше двух раз (код 1.2.1), то комбинированная диаграмма не подходит. Примем, что данные являются числовыми (код 1.3.2) и непрерывными (код 1.4.2), это позволяет исключить отдельную статическую карту и серию карт. Далее, исходя из цели исследования, пользователь выбирает, например, сравнение величин (код 2.1.2), что способствует исключению из списка способов картографической анима-

ции, оставляя только таблицы (Т.1). Так как данный способ визуализации подходит для использования в любой картографической продукции, то дальнейшая фильтрация не производится. Если в результате всего процесса отбора осталось несколько подходящих способов отображения информации о динамике географических объектов, то пользователь производит итоговый выбор вручную.

Заключение

Рассмотренные подходы по формализации выбора способов представления информации о динамике географических объектов обеспечат корректное определение оптимальных способов визуализации из всего их многообразия. Разработанная технология минимизирует ручной труд за счет автоматизации процессов анализа данных и генерации спосо-

бов визуализации, адаптируя их выбор под специфику данных. Предложенный в исследовании подход, основанный на комплексном анализе структуры используемых данных и способа использования визуализации, обеспечивает адаптивность системы к различным сценариям работы с пространственно-временной информацией. Разработанная матрица соответствия способов визуализации

и выделенных факторов может быть расширена за счет включения дополнительных критериев. В дальнейшем на основе полученных результатов планируется разработать программное обеспечение для использования в ГИС-проектах и на веб-сервисах, расширяя возможности изучения пользователями пространственно-временных данных в различных сферах деятельности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Краак М.-Я., Ормелинг Ф. Картография: визуализация геопространственных данных; пер. В. С. Тикунов. М. : Научный мир, 2005. 325 с.
2. Придать значимость статистическим данным. Ч. 2. Руководство по представлению статистических данных. Женева : Организация Объединенных Наций, 2009. 61 с.
3. Klasen V., Vogucka E. P., Meng L., & Krisp J. M. How we see time – the evolution and current state of visualizations of temporal data. *International Journal of Cartography*, 9(2), 2023, pp. 392–409.
4. Kraak, M-J et al. *Mapping for a Sustainable World*. United Nations, 2020. 152 p.
5. Яу Н. Искусство визуализации в бизнесе. Как представить сложную информацию простыми образами ; пер. с англ. С. Кировой. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2013. 352 с.
6. Иванов А. Г., Булыгина О. А. Автоматизация процессов выбора способов изображения картографируемых объектов и явлений. *Геодезия и картография*. 2012. № 10. С. 27–32.
7. Женибекова А. Б. Формализация выбора способов отображения для элементов общегеографических и тематических карт в среде ГИС. Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр., Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.) Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 1. С. 169–174.
8. Крылов С. А., Фокин И. Е. Концептуальная модель формирования и визуализации справочной информации о пространственных объектах. *Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка*, 2021. Т. 65. № 5. С. 558–567. DOI 0.30533/0536-101X-2021-65-5-558-567.
9. Фокин И. Е. Разработка методик автоматизированного формирования и визуализации справочной информации о географических объектах на основе картографической базы данных : дис. ... канд. техн. н. Фокин Иван Евгеньевич. М., 2022. 196 с.
10. Иванов А. Г. Разработка методов и технологий автоматизации процессов комплексного проектирования и использования мелкомасштабных карт : дис. ... д-р техн. наук: 25.00.33. Иванов Анатолий Георгиевич. М. 2003, 339 с.
11. Дворников А. В., Афанасьев А. Н. Концептуальная структура пространственно-временных баз данных. Приложение к журналу «Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка». Сборник статей по итогам научно-технической конференции, 2014. № 7-2. С. 142–245.
12. Langran G. Time in geographic information systems. *Geocarto International*, vol. 7(2), 1992, pp. 184–205.
13. Frank A. U., Campari I., and Formentini U. Theories and Methods of Spatio-Temporal Reasoning in Geographic Space. *Proceedings of International Conference GIS – From Space to Territory: Theories and Methods of Spatio-Temporal Reasoning*. Pisa, Italy, September 1992. Pp. 21–23.
14. Аскарлов Р. Р. Способы визуализации динамики изменений информации в картографической базе данных. *Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. Инновации в науке, образовании и производстве : материалы V Всероссийской науч.-практ. конф.*, 2024. С. 495–501. DOI 10.52565/9785911553449.

REFERENCES

1. Kraak, M-J., & Ormeling, F. (2005). *Kartografiya: vizualizatsiya geoprostranstvennykh dannykh [Cartography: visualization of geospatial data]*. (Tikunov V.S., Trans.) / Moscow: Nauchnyy mir. 325 p. [in Russian].
2. *Pridat' znachimost' statisticheskim dannym. Chast' 2. Rukovodstvo po predstavleniyu statisticheskikh dannykh [Make statistical data significant. Part 2. A guide to presenting statistical data]*. (2009). Geneva: United Nations. 61 p. [in Russian].

3. Klasen, V., Bogucka, E. P., Meng, L., & Krisp J. M. (2023). How we see time – the evolution and current state of visualizations of temporal data. *International Journal of Cartography*, 9(2), pp. 392–409.
4. Kraak, M-J et al. (2020). *Mapping for a Sustainable World*. United Nations. 152 p.
5. Yau N. (2013). *Iskusstvo vizualizatsii v biznese. Kak predstavit' slozhnuyu informatsiyu prostymi obrazami [The art of visualization in business. How to present complex information in simple images]*. (S. Kirova, Trans). Moscow: Mann, Ivanov and Ferber 352 p. [in Russian].
6. Ivanov, A. G., Bulygina, O. A. (2012). Selection procedures automation on presentation method of cartographic object and phenomena. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and cartography]*, №10, pp. 27–32 [in Russian].
7. Zhenibekova, A. B. (2016). Formalization of the choice of the way of display of elements of all-geographical and thematic cards in the environment of GIS. In *Sbornik materialov Interekspo GEO-Sibir'-2016: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 1. Geodeziya, geoinformatika, kartografiya, marksheyderiya [Proceedings of Interekspo GEO-Siberia-2016: International Scientific Conference: Vol. 1. Geodesy, geoinformatics, cartography, surveying]* (pp. 169–174). Novosibirsk: SSUGT Publ. [in Russian].
8. Krylov, S. A., Fokin, I. E. (2021). A conceptual model for the formation and visualization of reference information about spatial objects. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos"emka [News of higher educational institutions. Geodesy and Aerial Photography]*, 65(5), pp. 558–567. DOI 0.30533/0536-101X-2021-65-5-558-567 [in Russian].
9. Fokin I. E. (2022). Razrabotka metodik avtomatizirovannogo formirovaniya i vizualizatsii spravochnoy informatsii o geograficheskikh ob"ektakh na osnove kartograficheskoy bazy dannykh [Development of methods for automated generation and visualization of reference information about geographical objects based on a cartographic database]. *Candidate's thesis*. Moscow 196 p. [in Russian].
10. Ivanov, A. G. (2003). Razrabotka metodov i tekhnologiy avtomatizatsii protsessov kompleksnogo proektirovaniya i ispol'zovaniya melkomasshtabnykh kart [Development of methods and technologies for automating the processes of integrated design and the use of small-scale maps]. *Doctor's thesis*. Moscow 339 p. [in Russian].
11. Dvornikov, A. V., Afanasyev, A. N. (2014). Conceptual structure of spatial and temporal databases. *Prilozhenie k zhurnalu Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos"emka. Sbornik statey po itogam nauchno-tekhnicheskoy konferentsii [Supplement to the journal Izvestiya vuzov. Geodesy and aerial photography. Collection of articles on the results of the scientific and technical conference]*. No. 7-2, pp. 142–245 [in Russian].
12. Langran, G. (1992). Time in geographic information systems. *Geocarto International*, vol. 7(2), pp. 184–205.
13. Frank, A. U., Campari, I., and Formentini, U. (1992, September 21-23). Theories and Methods of Spatio-Temporal Reasoning in Geographic Space. *Proceedings of International Conference GIS - From Space to Territory: Theories and Methods of Spatio-Temporal Reasoning*. Pisa, Italy. Pp 21–23.
14. Askarov, R. R. (2024). Methods for visualizing the dynamics of information changes in the cartographic database. *Geodeziya, kartografiya, geoinformatika i kadastry. Innovatsii v nauke, obrazovanii i proizvodstve: Materialy V Vserossiyskoy nauchno-prakticheskaya konferentsiya [Geodesy, cartography, geoinformatics, and cadastre. Innovations in Science, education and production: Proceedings of the 5th All-Russian Scientific and Practical Conference]*, pp. 495–501. DOI 10.52565/9785911553449 [in Russian].

Об авторе

Ришат Ринатович Аскарлов – аспирант кафедры картографии.

Сергей Анатольевич Крылов – кандидат технических наук, доцент кафедры картографии.

Author details

Rishat R. Askarov – Ph. D. Student, Department of Cartography.

Sergey A. Krylov – Ph. D., Associate Professor, Department of Cartography.

Получено / Received 06.10.2025

Поступила после рецензирования / Revised 24.11.2025

Принята к публикации / Accepted 19.02.2026