

Научно-теоретическая статья/Theoretical article

УДК 528.94

<https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-4-101-107>

**Пути совершенствования средств и методов динамического отображения процессов в геопространстве для решения специальных задач**

Б. А. Фисич<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации»,  
г. Москва, Российская Федерация

e-mail: fba7121978@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема перехода современных программно-технических средств отображения местности и динамических процессов на ней для решения специальных задач. Рассмотрен вопрос влияния развития средств мультимедиа на подходы к формированию картографического изображения. Затронуты аспекты применения анимированных картографических изображений, картографирования знаний, ситуационного моделирования, применения аппаратуры спутниковой навигации и материалов дистанционного зондирования Земли, приложения перспективных геоинформационных технологий к решению задач управления и выработке воздействий для корректировки проблемной ситуации. Предлагается комплексный подход к динамической визуализации картографического изображения, включающий подвижность границ отображаемого района, масштаба отображения, особое внимание сосредоточено на динамической визуализации отдельных условных знаков в части локализации, толщин и паттернов контуров, заливки, символики и буквенно-цифровых обозначений внутри условного знака.

**Ключевые слова:** геопространство, динамическая визуализация, специальные задачи, картографическое цифровое изображение, пространственный объект, проблемная ситуация, язык карты

**Для цитирования:**

Фисич Б. А. Пути совершенствования средств и методов динамического отображения процессов в геопространстве для решения специальных задач. *Вестник СГУГиТ*. 2026. Т. 31, № 4. С. 101–107. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-4-101-107>

**Improving dynamic visualization of geospatial processes:  
tools and methods for specialized tasks**

B. A. Fisich<sup>1</sup>✉

27<sup>th</sup> Central Research Institute Ministry of Defense of the Russian Federation,  
Moscow, Russian Federation

e-mail: fba7121978@mail.ru

**Abstract.** This article addresses the challenge of transitioning modern software and hardware systems for terrain representation and dynamic process visualization to support specialized operational tasks. It examines the influence of multimedia technology advancements on approaches to cartographic image generation. Key aspects discussed include the application of animated cartographic imagery, knowledge cartography, situational modeling, the integration of satellite navigation equipment and Earth remote sensing data, and the deployment of advanced geoinformation technologies for man-

agement decision-making and intervention design to modify problem situations. A comprehensive approach to dynamic visualization of cartographic images is proposed, incorporating variability in the boundaries of the displayed area and display scale. Particular emphasis is placed on the dynamic visualization of individual map symbols, including adjustments to localization, line thickness and contour patterns, fill styles, symbology, and alphanumeric labels within symbols.

**Keywords:** geospace, dynamic visualization, specialized tasks, digital cartographic image, spatial object, problem situation, map language

**For citation:**

*Fisich B. A. (2026). 3 Improving dynamic visualization of geospatial processes: tools and methods for specialized tasks. Vestnik SSUGiT [Vestnik SSUGT] Vol. 31, No. 4. pp. 101–107. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-4-101-107>*

### **Введение**

Современное картографирование носит ярко выраженный прикладной характер. Применение картографических изображений тем более эффективно, чем более адаптировано картографическое изображение к решению конкретной задачи. Развитие современных мультимедийных средств отображения способствует адаптируемости картографического изображения под любую решаемую задачу [1, 2].

Технологическая основа отображения состояния пространственных объектов, участка геопространства или геопространства в целом создана [3, 4], основным препятствием для развития технологий применения картографического моделирования является слишком узкое понимание понятия «картографическое изображение» многими специалистами в соответствующих предметных областях и, как следствие, недопонимание возможностей картографического метода в современных условиях.

### **Постановка задачи**

Решение специальной задачи в общем случае является продуктом интеллектуальной деятельности человека – специалиста и руководителя. Решение представляет собой порядок действий по преодолению проблемной ситуации.

Универсальная научная дисциплина, рассматривающая вопрос о разрешении проблемных ситуаций, как таковых – прикладной системный анализ рассматривает создание модели проблемной ситуации как обязательный этап ее разрешения [5]. Такая модель отражает состояние некоторой системы и окру-

жающей ее внешней среды. Степень декомпозиции системы, ее состав и порядок разграничения с внешней средой зависят от особенностей проблемной ситуации и квалификации привлекаемых к ее разрешению специалистов.

Окончательная форма модели проблемной ситуации – представление о ней, сформировавшееся в сознании человека или людей, ищущих решение. Модель, находящуюся в сознании человека, относят к категории «мысленных» моделей [6].

Формирование в сознании человека адекватного представления о проблемной ситуации является само по себе достаточно сложной задачей. Для значительного числа задач весомым, а иногда – определяющим, является пространственный фактор. Пространственный фактор заключается в особенностях расположения на местности элементов системы, в рамках которой решается проблемная ситуация, и окружающих ее элементов внешней среды. Значительная часть специальных задач для своего решения требует учета динамики изменения проблемной ситуации во времени. Требуется учет пространственного и временного факторов одновременно.

Для задач принятия решений с учетом пространственно-временных факторов течения проблемной ситуации требуется гибкий методический аппарат наглядного представления информации с достаточной оперативностью, чтобы своевременно формировать управляющие воздействия.

### **Предлагаемое решение задачи**

Модель проблемной ситуации в общем случае должна представлять собой комплекс-

ное отображение ее во всем многообразии значимых факторов. Для некоторых задач процесс формирования модели проблемной ситуации в сознании разрешающего ее человека протекает быстро и непосредственно через его органы чувств. Пример такой задачи – непосредственное управление автомобилем при движении по дороге. Но это касается только текущей дорожной ситуации. Если рассмотреть проблемную ситуацию несколько шире, то возникает задача прокладки маршрута от текущего местоположения к целевому. Решение такой задачи включает прокладку маршрута с использованием навигационно-картографической информации, определение координат текущего местоположения с использованием бортовой навигационной аппаратуры (например, ГЛОНАСС) и визуального или автоматизированного сличения проложенного маршрута с реальной траекторией транспортного средства. Задача может еще усложниться, если в состав рассматриваемых факторов добавить загруженность дорожной сети, техническое состояние транспортного средства и т. д.

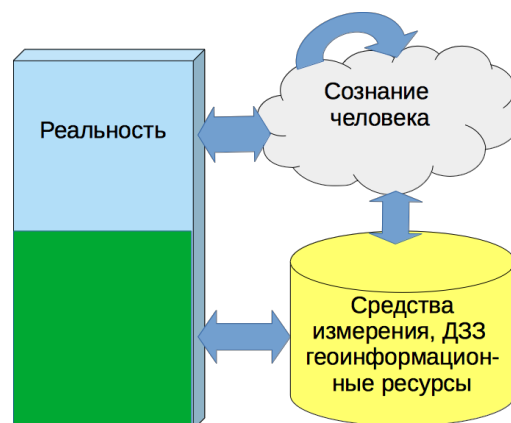
Задача станет значительно сложнее, если необходимо координировать движение нескольких транспортных средств для достижения общей цели.

В некоторый момент сложность задачи не позволяет человеку охватить ее сознанием непосредственно, через органы чувств. Требуются дополнительные средства предварительной обработки информации о проблемной ситуации, которые в совокупности позволяют представить ее в виде, обеспечивающем необходимый уровень восприятия [7, 8].

Именно для таких задач востребованным является применение картографического метода отображения проблемной ситуации.

Классическую карту относят к мысленным моделям, потому что она является продуктом мыслительной деятельности человека, семиотическим образно-знаковым отображением сущностей реального мира различного уровня абстракции из сознания человека-картографа на бумагу. В то же время в современных условиях между сознанием человека и цифровым графическим изображением появились электронные мультимедий-

ные средства автоматизации. Значительная доля рутинных процессов формирования картографического изображения в современных геоинформационных системах выполняется автоматически или с высоким уровнем автоматизации (рис. 1).



**Рис. 1.** Перспективная схема отображения проблемной ситуации

Картографированию в настоящее время подвергаются пространственные объекты, явления, протекающие в геопространстве (наиболее яркий пример – карты погоды), геознания [9–12].

Следующий шаг – создание картографических анимаций, призванных отобразить в картографической форме процессы изменения картографируемых объектов, явлений и геознаний с течением времени.

Изменениям подвергается не только технология формирования картографического изображения, но и сам язык карты. Отображение динамических процессов требует картографически отображать нечеткость положения и формы пространственных объектов (особенно – явлений), стохастический характер отображаемых пространственных данных (фактор неопределенности).

Помощь в решении этой задачи может оказать применение методов когнитивной графики, призванных, во-первых, отразить степень относительной значимости картографируемых сущностей и, во-вторых, графически отразить непространственные свойства этих сущностей.

Отдельную задачу представляет картографическое отображение непространственных

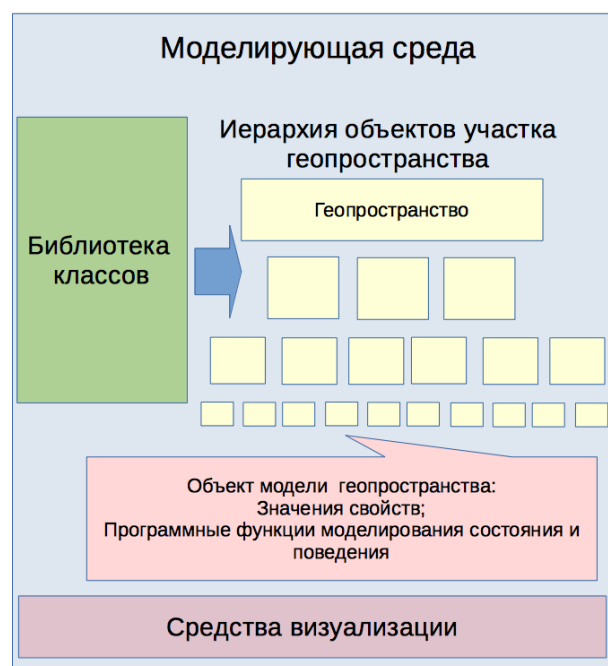
свойств группы локально сконцентрированных сущностей – обобщенных показателей тех или иных участков местности как функция пространственных и непространственных свойств объектов и явлений, протекающих на картографируемом участке геопространства в рассматриваемый момент или период времени.

Для отображения динамики картографируемых процессов анимированию могут подвергаться все без исключения элементы формируемого в автоматическом режиме картографического изображения. Динамика изменений может отображаться с использованием двух подходов.

Первый предполагает наличие заранее созданных тематических слоев [13], каждый из которых отображает некоторый момент или промежуток времени. Последовательная визуализация таких слоев обеспечивает анимирование картографического изображения. Такой подход обладает недостаточной степенью автоматизации, требует значительных объемов ручного редактирования картографического изображения, и квалификация картографа оказывает на получаемый результат определяющее влияние.

Второй подход предполагает формирование темпорального объектно-ориентированного геоинформационного ресурса [14–21], содержащего необходимые пространственные данные об объектах и явлениях на исследуемом участке геопространства. Под темпоральностью понимается привязка актуальности элемента данных к моменту или промежутку времени. Привязка ко времени при этом является неотъемлемым компонентом этого элемента данных. При таком подходе особое внимание необходимо уделить применяемой системе условных знаков [22], поскольку необходимо обеспечить наглядность картографического изображения при автоматическом его формировании.

Объектно-ориентированность в данном контексте подразумевает формирование геоинформационного ресурса в оперативной памяти ЭВМ в форме иерархически структурированного массива объектов [23, 24], являющихся экземплярами соответствующих классов (рис. 2).



**Рис. 2.** Структурная схема предлагаемого подхода

Такой подход позволяет:

- формировать временные ряды для анализа динамики изменения тех или иных значимых для решения стоящей задачи показателей, а также прогнозирования их значений в будущем;
- формировать временные «срезы» наборы данных, отражающие комплексное состояние участка геопространства в некоторый момент или промежуток времени;
- вычислять на основании имеющихся данных производные показатели с использованием интегрированного в объект программного кода – методов класса;
- автоматически формировать графическое изображение участка геопространства в любой математической основе из числа поддерживаемых используемой библиотекой классов.

При необходимости с использованием механизмов наследования, полиморфизма и инкапсуляции функционал библиотеки классов может быть расширен в пользовательской реализации.

### Заключение

В статье рассмотрен вопрос о совершенствовании существующих подходов к отобра-

жению процессов, протекающих в геопространстве или на отдельных его участках, в интересах решения на территории специальных задач, связанных с обобщением и анализом пространственных данных о быстроменяющейся проблемной ситуации и выработкой на их основе необходимых решений.

В интересах решения поставленной задачи предлагается механизм создания и применения темпорального объектно-ориентированного геоинформационного ресурса.

Предлагаемый подход ориентирован на круг задач оперативного управления в динамично изменяющейся обстановке, требующих высокой степени автоматизации измерений пространственно-временных показателей, обработки данных и визуализации результатов. К числу таких задач следует отнести ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций, мониторинг транспортных потоков и быстротекущих природных процессов, навигацию транспортных средств.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лисицкий Д. В., Комиссарова Е. В., Колесников А. А. Мультимедийная картография : учеб. пособие. Новосибирск : СГУГиТ, 2016. 108 с.
2. Берлянт А. М. Виртуальные геоизображения. М. : Научный мир, 2001. 56 с.
3. Карпик А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий : монография. Новосибирск : СГГА, 2004. 252 с.
4. Елюшкин В. Г. Геоинформационное обеспечение военных действий. От достаточности к превосходству. Барнаул : ИП Колмогоров И. А., 2017. 190 с.
5. Тарасенко Ф. П. Прикладной системный анализ. М. : КНОРУС, 2010. 224 с.
6. Штофф В. А. Моделирование и философия. М., 1966.
7. Майоров А. А. Пространственное когнитивное моделирование. Перспективы науки и образования. 2014. № 1. С. 33–37.
8. Зенкин А. А. Когнитивная компьютерная графика. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. 192 с.
9. Антонов Е. С., Лисицкий Д. В., Янкелевич С. С. Теоретико-методологическое представление прямого перехода от геоинформации к геознаниям. Вестник СГУГиТ. Т. 26. № 2. 2021. С. 82–90.
10. Кандрашина Е. Ю., Литвинцева Л. В., Пospelов Д. А. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах. М. : Наука. 1989. 328с.
11. Флегонтов А. В., Терляков О. А. Знания о местности : монография. М.: 29 НИИ МО РФ, 2007. 157 с.
12. Флегонтов А. В., Рутько И. М., Воронов Г. Б. [и др.]. Методы моделирования знаний о местности. Основные теоретические подходы к получению, моделированию и обработке знаний о местности в автоматизированных системах управления. М. : РТУ МИРЭА, 2024. 170 с.
13. Берлянт А. М., Ушакова Л. А. Анимационное картографирование. М.: Научный мир, 2000. 108 с.
14. Egenhofer M. & Golledge R. (1998a), Spatial and Temporal Reasoning in Geographic Information Systems, Oxford University Press, New York.
15. Langran G. Time in Geographic Information Systems. Taylor and Francis, London, 1992.
16. Rigaux P., Scholl M., Voisard A.: Spatial Databases with Application to GIS. Morgan Kaufman, San Francisco. 2002.
17. Nara A. Space-Time GIS and Its Evolution. In Comprehensive Geographic Information Systems; Huang, B., Ed.; Elsevier: Oxford, UK, 2018; P. 287–302.
18. Siabato W., Claramunt C., Ilarri S., Manso-Callejo M. Á. A Survey of Modelling Trends in Temporal GIS. ACM Comput. Surv. 2018, 51, 30.
19. Esteban Zimányi, Mahmoud Sakr, Arthur Lesuisse, and Mohamed Bakli. 2019. MobilityDB: A Mainstream Moving Object Database System. In Proceedings of the 16th International Symposium on Spatial and Temporal Databases (Vienna, Austria) (SSTD '19). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, P. 206–209.
20. Andrienko N., Andrienko G. 2020. Spatio-temporal visual analytics: a vision for 2020s. Journal of spatial information science. N 20, P. 87–95.

21. Hakimi O., Liu H., Abudayyeh O., Houshyar A., Almatared M. and Alhawiti A. 2023. Data Fusion for Smart Civil Infrastructure Management: A Conceptual Digital Twin Framework. *Buildings* 13 (11): 2725.
22. Лютий А. А. Язык карты: сущность, система, функции. Изд-е 2-е, испр. М. : ИГ РАН, 2002. 327 с. с илл.
23. Окунев И. Ю. Основы пространственного анализа : монография. М. : Издательство «Аспект Пресс», 2023. 255 с.
24. Шлеер С., Меллор С. Объектно-ориентированный анализ: моделирование мира в состояниях. Пер. с англ. Киев : Диалектика. 1993. 213 с.

## REFERENCES

1. Lisitsky D. V., Komissarova E. V., Kolesnikov A. A. (2016) *Mul'timedijnaja kartografija [Multimedia cartography]* (108 p.). Novosibirsk: SGUGiT [in Russian].
2. Berlyant A.M. (2001) *Virtual'nye geoizobrazhenija [Virtual geo-images]* (56p.). Moscow: Nauchnyj mir [in Russian].
3. Karpik A.P. (2004) *Metodologicheskie i tehnologicheskie osnovy geoinformacionnogo obespechenija territorij [Methodological and technological foundations of geoinformation support of territories]*. Novosibirsk: SGGA, 252 p. [in Russian].
4. Yelushkin V.G. (2017) *Geoinformacionnoe obespechenie voennyh dejstvij. Ot dostatochnosti k prevoshodstvu [Geoinformation support for military operations. From sufficiency to superiority]* (190p.). Barnaul: IP Kolmogorov I.A. [in Russian].
5. Tarasenko F.P. (2010) *Prikladnoj sistemnyj analiz [Applied System Analysis]*. Moscow: KNORUS, 224 p. [in Russian].
6. Shtoff V.A. (1966) *Modelirovanie i filosofija [Modeling and Philosophy]*. Moscow [in Russian].
7. Mayorov A.A. (2014) Spatial Cognitive Modeling. *Perspektivy nauki i obrazovanija [Prospects of Science and Education]*, 1, 33-37 [in Russian].
8. Zenkin A.A. (1991) *Kognitivnaja komp'yuternaja grafika [Cognitive computer graphics]* (192 p). Moscow: Nauka [in Russian].
9. Antonov E.S., Lisitsky D.V., Yankelevich S.S. (2021) Theoretical and Methodological Representation of the Direct Transition from Geoinformation to Geoscience. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 2(26), 82– 90 [in Russian].
10. Kandrashina E.Yu., Litvintseva L.V., Pospelov D.A.(1989) *Predstavlenie znaniy o vremeni i prostranstve v intellektual'nyh sistemah [Representation of time and space knowledge in intelligent systems]*. Moscow: Nauka, Fizmatlit [in Russian].
11. Flegontov A.V., Terlyakov O.A. (2007) *Znaniya o mestnosti: monografija [Knowledge about the area: a monograph]* (157p). Moscow: 29 NII MO RF [in Russian].
12. Flegontov A.V., Rutko I.M., G.B. Voronov (2024) *Metody modelirovaniya znaniy o mestnosti. Osnovnye teoreticheskie podhody k polucheniju, modelirovaniyu i obrabotke znaniy o mestnosti v avtomatizirovannyh sistemah upravleniya [Methods of terrain knowledge modeling. Basic theoretical approaches to obtaining, modeling, and processing terrain knowledge in automated control systems]* (170p). Moscow: RTU MIRJeA [in Russian].
13. Berlyant A.M., Ushakova L.A. *Animatsionnoe modelirovanie [Animation modelling]* (108 p) Moscow: Nauchnyj mir [in Russian].
14. Egenhofer, M. & Golledge, R. (1998a), *Spatial and Temporal Reasoning in Geographic Information Systems*, Oxford University Press, New York.
15. G. Langran. *Time in Geographic Information Systems*. Taylor and Francis, London, 1992.
16. Rigaux, P., Scholl, M., Voisard, A.: *Spatial Databases with Application to GIS*. Morgan Kaufman, San Francisco, (2002).
17. Nara, A. *Space-Time GIS and Its Evolution*. In *Comprehensive Geographic Information Systems*; Huang, B., Ed.; Elsevier: Oxford, UK, 2018; pp. 287–302.

18. Siabato, W.; Claramunt, C.; Ilarri, S.; Manso-Callejo, M.Á. A Survey of Modelling Trends in Temporal GIS. *ACM Comput. Surv.* 2018, 51, 30.
19. Esteban Zimányi, Mahmoud Sakr, Arthur Lesuisse, and Mohamed Bakli. 2019. MobilityDB: A Mainstream Moving Object Database System. In *Proceedings of the 16th International Symposium on Spatial and Temporal Databases (Vienna, Austria) (SSTD '19)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 206–209.
20. Andrienko N., Andrienko G. 2020. Spatio-temporal visual analytics: a vision for 2020s *Journal of spatial information science*. N 20, pp. 87–95.
21. Hakimi, O., H. Liu, O. Abudayyeh, A. Houshyar, M. Almatared, and A. Alhawiti. 2023. “Data Fusion for Smart Civil Infrastructure Management: A Conceptual Digital Twin Framework.” *Buildings* 13 (11): 2725.
17. Lyuty A.A. (2002) *Jazyk karty: sushhnost', sistema, funkcii [Map language: entity, system, functions]*. Moscow: IG RAS, 327 p. [in Russian].
18. Okunev I. Yu. (2023) *Osnovy prostranstvennogo analiza [Fundamentals of Spatial Analysis]*. Moscow: Aspect Press Publishing House, 255 p. [in Russian].
19. Schleier S., Mellor S. (1993) *Ob'ektno-orientirovannyj analiz: modelirovanie mira v sostojanijah [Object-Oriented Analysis: Modeling the World in States]*. Kiev: Dialectics, 213 p. [in Russian].

### Об авторе

Борис Алексеевич Фисич – кандидат технических наук, полковник, заместитель начальника центра по научной работе.

### Author details

Boris A. Fisich – PhD, Colonel, Deputy Head of the Center for Scientific Research.

Получено / Received 25.09.2025

Поступила после рецензирования / Revised 24.12.2025

Принята к публикации / Accepted 21.04.2026