

Е. А. Бровко^{1,2*}

Система государственного топографического мониторинга: механизм формирования баз геопространственных знаний об изменениях местности

¹ АО «Роскартография», г. Москва, Российская Федерация

² Московский университет геодезии и картографии (МИИГАиК), г. Москва,
Российская Федерация

*e-mail: brovko@roscartography.ru

Аннотация: Публикация содержит концептуальные научно-методические и организационные подходы к формированию баз геопространственных знаний на регионы Российской Федерации в контуре предлагаемой к разработке территориально-распределенной автоматизированной информационной системы государственного топографического мониторинга (системы ГТМ). Система ГТМ ориентирована на постоянное картографическое слежение за пространственно-временными изменениями географических (природных и антропогенных) объектов на основе использования данных дистанционного зондирования Земли (материалов аэро и космической съемки), спутниковой навигационной информации и отраслевых пространственных данных (ПД) [1]. Совокупность актуальной информации о местности, в комплексе с информацией, получаемой из легитимных отраслевых источников, формируют базы геопространственных знаний, обновляемые по результатам обзорного и детального мониторинга. Система ГТМ, как механизм актуализации пространственных данных и формирования баз геопространственных знаний, ориентированных на их эффективное использования при решении текущих и перспективных задач управления территорией Российской Федерации.

Ключевые слова: геопространственные знания, государственный топографический мониторинг (обзорный, детальный)

Е. А. Бровко^{1,2*}

The system of state topographic monitoring: a mechanism for the formation of bases of geospatial knowledge about changes in terrain

¹ JSC "Roskartografiya", Moscow, Russian Federation

² Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK), Moscow, Russian Federation

*e-mail: brovko@roscartography.ru

Abstract: The publication contains conceptual organizational approaches and research results in the field of creating geospatial knowledge bases for the regions of the Russian Federation in the outline of a geographically distributed automated information system of state topographic monitoring (STM system) proposed for development. The STM system is focused on continuous cartographic tracking of spatiotemporal changes in natural and anthropogenic, including man-made objects based on the use of Earth remote sensing data (aerial and space survey materials), satellite navigation information and industry spatial data [1]. The totality of up-to-date information about the area, in combination with information obtained from legitimate industry sources, form the bases of geospatial knowledge, updated by the results of survey and detailed monitoring. The STM system, as a mechanism for up-

dating spatial data and forming geospatial knowledge bases, will ensure their effective use in solving current and future tasks of managing the territories of the regions of the Russian Federation.

Keywords: geospatial knowledge, state topographic monitoring (overview, detailed)

Введение

В государственных и коммерческих структурах Российской Федерации накоплены и постоянно пополняются значительные объемы пространственных данных, доступ к которым, их обработка, применение и анализ затруднены по следующим основным причинам:

- разобщенность и разнородность, различие в описании и форматах, не достоверность и не сопоставимость сведений – снижает эффективность их использования при принятии управленческих решений;
- отсутствие метаданных о наличии пространственных данных и геопространственных знаний;
- недостаточно развитая инфраструктура сбора, хранения, актуализации и распространения пространственных данных – приводит к дублированию топографо-геодезических и картографических работ, неоправданным затратам времени и средств по созданию уникальных пространственных данных на территорию страны и др.

Необходимость управления сферой развития инфраструктуры пространственных данных определена в Государственной программе Российской Федерации «Национальная система пространственных данных» (НСПД) [1].

Исследование потребностей органов государственной власти Российской Федерации в геопространственных данных для решения задач территориального планирования, строительного проектирования, кадастрового учёта недвижимого имущества, экологии и природопользования, а также мировые тренды в целях принятия управленческих решений и социально-экономического развития территорий [2].

В ряде развитых зарубежных стран (США, Великобритании, Японии, Китае и других) задачи накопления, хранения, обработки пространственных данных, их использования для формирования системы геопространственных знаний для информационного обеспечения стратегий и планов действий также решаются в рамках правительственных программ. При этом учитываются результаты четвертой промышленной революции (4IR), которая на основе использования существующих и новых источников получения геопространственных знаний позволила внедрить в сферы управления пространственными данными на территории, передовые технологии: искусственный интеллект (AI), машинное обучение (ML), Большие данные, Интернет вещей (IoT), 4G и 5G и т.д. [3]

Предлагаемый проект системы государственного топографического мониторинга (системы ГТМ), формируемой на основе современных материалов аэро и космической съемки земной поверхности, данных спутниковой навигации, отраслевых пространственных данных и обеспечивающей на федеральном и региональном уровне постоянное регламентированное картографическое и аэро-

космическое слежение за изменениями географических (природных и антропо-генных) объектов, рассматривается нами как механизм актуализации пространственных данных и на их основе формирование баз геопространственных знаний о территории регионов страны [4].

Методы и материалы

Геопространственные знания, формируемые на основе актуальных пространственных данных, в контуре системы ГТМ, в современных условиях интенсивного развития территории страны, являются важнейшим, уникальным, а в некоторых случаях и единственным источником геопространственной информации для реализации задач, решаемых органами государственной власти и местного самоуправления в целях сохранения суверенитета, территориальной целостности, обеспечения устойчивого социально-экономического, экологического развития и национальной безопасности Российской Федерации.

Для эффективного управления территориями, помимо пространственных данных, необходимы и геопространственные знания, позволяющие находить оптимальные пути решения существующих задач, а также решать новые задачи в различных секторах экономики страны, в том числе и в управлении территориями.

Геопространственные знания, представляющие собой совокупность моделей ситуаций, прецедентов, правил, а также знаний (в различных областях) о пространственных объектах, пространственных отношениях между ними и получаемые в процессе обработки исходной информации о местности, обеспечат изучение и познание качественных и метрических свойств как территории картографирования в целом, так и отдельно исследуемого объекта [5].

Формирование баз геопространственных знаний в контуре системы ГТМ предполагает использование комплекса наук о Земле - картографии, геодезии, географии, дистанционного зондирования Земли, фотограмметрии, спутниковой навигации, геоинформатики, с соответствующими методами исследования, а также информационных и телекоммуникационных технологий.

В каждом из сегментов системы ГТМ присутствует инструментарий–аппаратно-программные комплексы сбора, автоматизированной обработки исходной информации, получаемой на уровнях обзорного и детального топографического мониторинга и формирования баз данных (метаданных), в том числе, баз геопространственных знаний в отдельно взятой предметной области.

Так, например, в космической сегменте могут быть сформированы базы геопространственных знаний, включающие:

- данные дистанционного зондирования Земли на территорию исследования;
- банк изображений объектов, подлежащих обнаружению;
- банк прошлых (архивных) аэро-и космических снимков, содержащих изображения объектов местности в статике и динамике;
- спектральные сигнатуры разных категорий объектов, которые должны быть отображены на топографической (тематической) карте;

– функция зависимости радиационных характеристик объекта от показателей его статического и динамического состояния объектов, которые должны могут быть измерены средствами дистанционного зондирования и др.

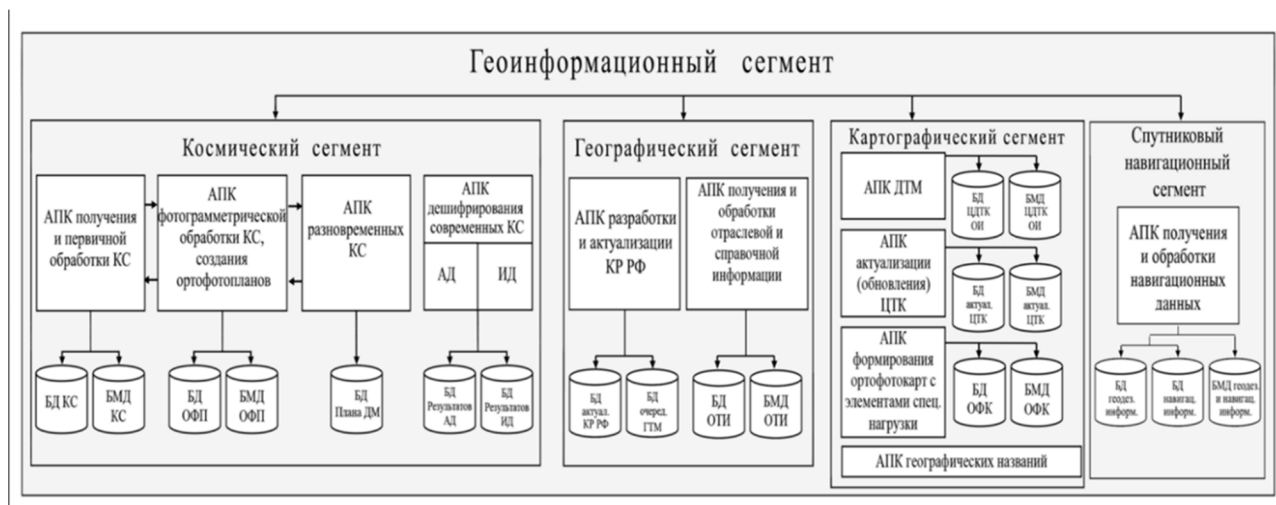


Рис. 2. Структура системы ГТМ: взаимосвязь сегментов, в которых формируются базы геопространственных знаний:

АПК – аппаратно-программный комплекс, АД – автоматизированное дешифрирование, БД – база данных, БМД – база метаданных, ДТМ – детальный топографический мониторинг, ИД – интерактивное дешифрирование; КР РФ – карта районирования РФ по периодичности ГТМ, КС – космические снимки, ОИ – оригинал изменений, ОТИ – отраслевая тематическая информация, ОФП – ортофотоплан, СПО – специальное программное обеспечение, ЦДТК – цифровая дежурная топографическая карта, ЦТК – цифровая топографическая карта

Базы геопространственных знаний географического сегмента системы ГТМ включают данные содержащиеся:

- в составе легенды электронной карты районирования территории Российской Федерации по периодичности ГТМ (показатели, характеризующие физико-географические, климатические, экономические условия и степень антропогенной нарушенности конкретных районов);
- в базах данных отраслевой информации, получаемой из государственных фондов ПД и включающие: векторные и растровые данные, организованные по номенклатурным листам цифровых топографических карт;
- возможные способы прогнозирования развития объектов и явлений;
- данные о требуемых характеристиках объектов и измерения их параметров.

Геопространственные знания, систематизированные в базах картографического сегмента системы ГТМ, аккумулируются в виде:

- картографического отображения объектов на цифровых дежурных топографических картах (ЦДТК), в соответствии с классификатором картографической информации;

-разновременной качественной и количественной информации об изменениях местности объектов, систематизированные в базах данных об изменениях местности (БД ИОМ), ведение которых осуществляется по материалам детального топографического мониторинга и др.

Цифровые дежурные топографические карты (ЦДТК), создаваемые в процессе детального топографического мониторинга [4], сопряженные с базами данных об изменениях местности (БД ИОМ), аккумулируют геопространственные знания об изменениях объектов территории, в виде их картографического отображения на оригинале изменений (ИО) (на реальный момент времени) и качественной и количественной информации объектов в БД ИОМ.

Процесс преобразования знаний о совокупности изменений объектов местности при ведении государственного топографического мониторинга может быть выражен формулой:

$\omega = F(\Omega)$, где: ω – информация об объектах местности; Ω – представление знаний об объекте местности; F – функция преобразования;

$\Omega = E \vee P$, где: E – объектно – характеристическое знание; P – знаковое знание.

Анализ совокупности методов преобразования этих знаний позволяет определить логическую организацию ЦДТК. В основу выделения и формализации информационных единиц ЦДТК положен метод единой системы классификации и кодирования картографической информации, в наибольшей степени учитывающий требования по представлению информации об объектах местности. Определение логической организации и формализованного описания информационной основы ГТМ позволило выделить необходимый и достаточный состав объектов и явлений для ведения ГТМ и разработать информационную модель обеспечения независимости логической структуры БД ИОМ от дальнейшей физической реализации.

Метод топографического мониторинга, ориентированный на получение и комплексное использование материалов космической съемки и данных спутниковой навигации [6] для актуализации пространственных данных, позволяет также фиксировать пространственно-временную динамику, в том числе крупных загрязнителей окружающей среды, полигонов захоронений промышленных отходов, несанкционированных свалок, других экологически опасных объектов и явлений.

Актуализированные, точные и легитимные пространственные данные являясь цифровой картографической основой для целей экологического картографирования и базовой геоинформационной составляющей для природно-ресурсных систем экологического мониторинга Новосибирской области будут способствовать развитию ее производительных сил, укреплению экологическую безопасность. Правила и методы формирования баз данных геопространственных знаний, позволят обновлять и контролировать статику и динамику экологически опасных пространственных объектов, характеризующими их в разных аспектах и в сжатые сроки создавать специальную цифровую картографическую продукцию экологической направленности.

Обсуждение

Приведенные в настоящей публикации основные положения, касающиеся создания системы ГТМ и организации топографического мониторинга, легли в основу разработанного в АО «Роскартография», в соответствии с Программой национальной стандартизации 2023, проекта ГОСТ Р [7], первая редакция которого представлена в Технический комитет № 404 «Геодезия и картография» и является предметом широкого обсуждения научной общественностью.

Заключение

Геодезическая и картографическая деятельность по организации и ведению государственного топографического мониторинга (обзорного и детального), по результатам которого выполняется регламентированное формирование баз пространственных данных и геопространственных знаний является одной из важнейших и перспективных направлений исследования, проводимых в АО «Роскартография». Формируемые в каждом из сегментов системы ГТМ совокупность актуальных, непрерывно обновляемых сведений о территории картографирования, являются легитимными информационными источниками для принятия научно-обоснованных технических решений по территориальному управлению.

Предлагаемый пилотный проект об организации топографического мониторинга и формировании баз геопространственных знаний, в том числе экологической направленности направлен на реализацию основных положений Постановления Правительства Новосибирской области [8], может быть реализован на примере тестового участка территории Новосибирской области, во взаимодействии АО «Роскартография», АО "ПО Инженерная геодезия" (г. Новосибирск), Московского университета геодезии и картографии (МИИГАиК) и Сибирского государственного университета геосистем и технологий (СГУиТ) при поддержке Правительства Новосибирской области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Постановление Правительства Российской Федерации от 01.12.2021 № 2148 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Национальная система пространственных данных".

2 Карпик А. П., Обиденко В. И. Исследование потребности федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации в пространственных данных: монография.- Новосибирск: СГУиТ, 2021. – 215 с.

3 Geospatial knowledge infrastructure readiness index and value proposition in world economy, society, and environment. Geospatial World.– 2022.–159 с.

4 Бровко Е.А. Актуализированные пространственные данные детального топографического мониторинга – основа оперативного обновления государственных цифровых топографических карт. Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVIII Междунар. Науч. конгр., 18-20 мая 2022 г., Новосибирск: сборник материалов в 8 т.Т.1: Междунар.науч.конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия».– Новосибирск: СГУиТ, 2022.– С. 99- 103.

5 Антонов Е.С., Лисицкий Д.В., Янкелевич С.С. Теоретико-методологическое представление прямого перехода от геоинформации к геознаниям/ Вестник СГУиТ, Том 26, № 2, 2021 – С.82–90.

6 Карутин С.Н., Малышев В.В., Лысенко В.В., Болкунов А.И., Рейтор К.И. Разработка научно-методологических основ комплексной оценки эффективности навигационных систем //Полет. Общероссийский научно-технический журнал, издательство Машиностроение (Москва) - 2021 г.- № 8, С. 8-24.

7 ГОСТ Р XXX-2023 «Геодезия и картография. Топографический мониторинг при обновлении цифровых топографических карт. Общие положения. (проект).

8 Постановлением Правительства Новосибирской области от 19.03.2019 № 105-п. «О Стратегии социально-экономического развития Новосибирской области на период до 2030 года».

© *Е. А. Бровко, 2023*