

Д. К. Нгуен^{1✉}, О. Н. Николаева¹

Разработка картографического обеспечения системы ГЭМ Вьетнама

¹Московский государственный университет геодезии и картографии,
г. Москва, Российская Федерация
e-mail: nguyendinhquan7788266@gmail.com

Аннотация. В статье выполнено сравнение централизованной модели экологического мониторинга Вьетнама (EnviSoft/CEM) и распределенной модели экологического мониторинга России, унифицируемую через ФГИС «Экомониторинг». Показано, что для устойчивого масштабирования решающими факторами являются открытая платформенная архитектура и межведомственная интеграция для более полного и эффективного использования данных. Выявлены недостатки вьетнамской системы экологического мониторинга: неравномерность наблюдательной сети, нехватка открытых API и механизмов краудсорсинга. Кратко охарактеризован предлагаемый путь решения проблемы: открытие API EnviSoft, запуск приема наблюдений граждан и формирование единой геоинформационной базы, объединяющей OpenStreetMap, источники EIA/госдокладов, CEMS, автоматические посты контроля воздуха и многолетние архивы аэрокосмических снимков.

Ключевые слова: система государственного экологического мониторинга (ГЭМ), краудсорсинг, архитектура, OpenStreetMap (OSM)

D. Q. Nguyen^{1✉}, O. N. Nikolaeva¹

Development of Cartographic Support for the SEM of Vietnam

¹Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russian Federation
e-mail: nguyendinhquan7788266@gmail.com

Abstract. The article compares Vietnam's centralized environmental monitoring model (EnviSoft/CEM) with Russia's distributed model, which is unified through the Federal State Information System "EcoMonitoring". It shows that an open platform architecture and interagency integration are decisive factors for sustainable scaling and for fuller, more effective use of data. The study identifies shortcomings in Vietnam's environmental monitoring system: uneven coverage of the observation network, a shortage of open APIs, and a lack of crowdsourcing mechanisms. The proposed remedy is outlined briefly: open the EnviSoft API, launch intake of citizen observations, and build a unified geospatial database that combines OpenStreetMap (OSM), sources from environmental-impact assessments (EIA) and state environmental reports, continuous emissions monitoring systems (CEMS), automatic air-quality monitoring stations, and multi-year archives of satellite and aerial imagery.

Keywords: state environmental monitoring system (SEM), crowdsourcing, architecture, OpenStreetMap (OSM).

Введение

В условиях растущей антропогенной нагрузки и изменения климата, эффективная система государственного экологического мониторинга (ГЭМ) становится

ключевым инструментом для обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития.



Рис. 1. Организационная структура государственной системы экологического мониторинга Вьетнама (местный уровень на примере города Ханоя)

Существующая система ГЭМ во Вьетнаме имеет четко выраженную двух-уровневую иерархическую структуру (рис. 1). На центральном уровне управление осуществляется от Правительства через Министерство сельского хозяйства и окружающей среды (МАЕ) к Северному центру мониторинга, который является оператором цифровой платформы EnviSoft. На местном уровне (на примере г. Ханой) вертикаль власти представлена Народным комитетом и соответствующими департаментами и техническими центрами. Связи между уровнями обеспечиваются как административным подчинением, так и методическим руководством и обменом данными [1, 2, 3].

Центральным инструментом публикации и интеграции данных выступает платформа EnviSoft, разработанная Северным центром мониторинга окружающей среды (СЕМ), под эгидой МАЕ. Она решает задачи сбора данных, контроля станций в реальном времени и веб-публикации показателей (в т. ч. AQI и WQI) через портал (enviinfo.cem.gov.vn) и мобильное приложение (VN Air для Android и EnviSoft для IOS). По типам картографических представлений СЕМ и EnviSoft используют интерактивные карты станций и индикаторов качества воздуха/воды с обновлением по времени. Доступ к части слоев предоставляется по учетной записи, что указывает на собственное сопровождение банка пространственных

данных. В открытых источниках отсутствуют указания, что СЕМ закупает «готовые коммерческие карты»; наоборот, подчеркивается собственная разработка и интеграция данных с регионов [3].

Несмотря на институциональную выстроенность, действующая система ГЭМ Вьетнама сталкивается с рядом ограничений:

- мониторинговая сеть неравномерна и недостаточно плотна в ряде территорий;
- платформа EnviSoft/VN Air ориентирована на публикацию показателей со государственных станций для просмотра на веб-портале/в приложении, официальной документации о crowdsourcing или API для данных сообществ не опубликовано;
- часть карт/функций доступна только по учетной записи, отсутствуют открытые механизмы машинной выгрузки данных для исследовательских задач.

Материалы и методы

В отличие от вьетнамской, система ГЭМ России (рис. 2) исторически развивалась по децентрализованному, многоведомственному принципу. Ответственность за ее функционирование распределена между множеством ведомств, включая Минприроды России, Росгидромет, Росреестр, Рослесхоз и другие. Формально эта конструкция объединена в Единую систему государственного экологического мониторинга (ЕСГЭМ), состоящую из множества узкоспециализированных подсистем, каждая из которых отвечает за мониторинг отдельного компонента природной среды (воздуха, водных объектов, земель и т. д.) [4, 5].

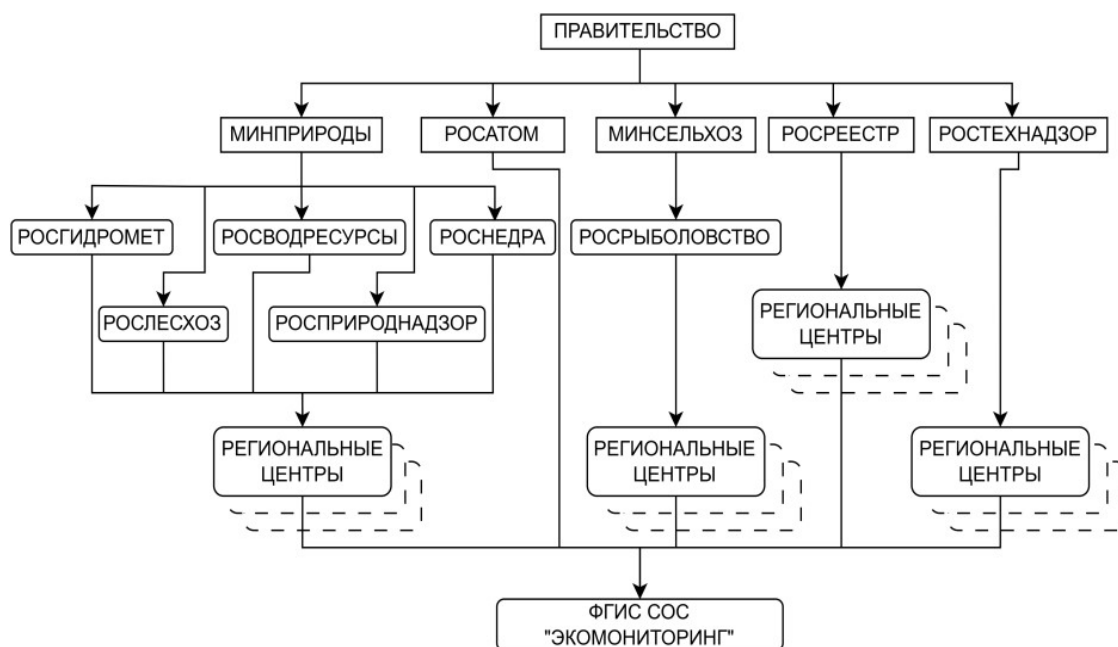


Рис. 2. Ведомственно–распределенная архитектура ГЭМ России и интеграция через ФГИС «Экомониторинг»

Такую структуру правильнее охарактеризовать как «федерацию систем», где каждое ведомство исторически создавало собственные наблюдательные сети и форматы данных. Понятие «Единая система» в данном контексте является скорее юридической и концептуальной рамкой, чем операционной реальностью. Это привело к формированию глубокой отраслевой экспертизы, но одновременно породило значительные барьеры для межведомственного обмена информацией и создания целостной, комплексной картины состояния окружающей среды в стране. Основной проблемой российской системы ГЭМ является ее информационная разрозненность. Официально признается, что «совокупность экологической информации содержится в различных форматах в большом количестве источников данных, принадлежащих различным органам власти». Эта фрагментация послужила толчком к созданию принципиально нового инструмента – Федеральной государственной информационной системы «Экомониторинг» (ФГИС «Экомониторинг»).

Проект ФГИС «Экомониторинг» представляет собой стратегическую попытку цифровой трансформации всей сферы экологического управления в России. Основная цель системы – стать «единым источником информации» о состоянии окружающей среды, предоставляя ее всем заинтересованным сторонам в режиме «одного окна»: от госорганов до граждан. Ключевыми задачами являются обеспечение «полноты, достоверности и доступности информации» и создание инструментов для прогнозирования состояния окружающей среды на основе моделирования различных сценариев.

Технологической основой для ФГИС «Экомониторинг» стала единая цифровая платформа государственных сервисов «ГосТех», что позволяет унифицировать разработку, сократить сроки и стоимость создания системы за счет переиспользования готовых компонентов [6, 7]. Программное обеспечение системы спроектировано на основе «микросервисной архитектуры». Этот архитектурный подход обеспечивает необходимую гибкость и масштабируемость для интеграции с неограниченным числом разнородных унаследованных систем.

Российский опыт демонстрирует, что даже крайне фрагментированную систему можно унифицировать с помощью стратегической платформенной архитектуры. Для Вьетнама, с его централизованной системой, ключевые принципы ФГИС «Экомониторинг» могут послужить дорожной картой для развития платформы EnviSoft:

- создание API устранил ключевую слабость текущей системы – ее информационную закрытость – и позволит создать экосистему сторонних исследовательских и прикладных разработок;
- создание «подсистемы сбора» данных из негосударственных источников (например, от проектов гражданской науки) позволит компенсировать неравномерность официальной сети мониторинга и повысить детализацию информации.

Результаты

Основываясь на вышеизложенных обобщенных результатах, обсудим предлагаемую архитектуру и компоненты усовершенствованной системы (рис. 3).

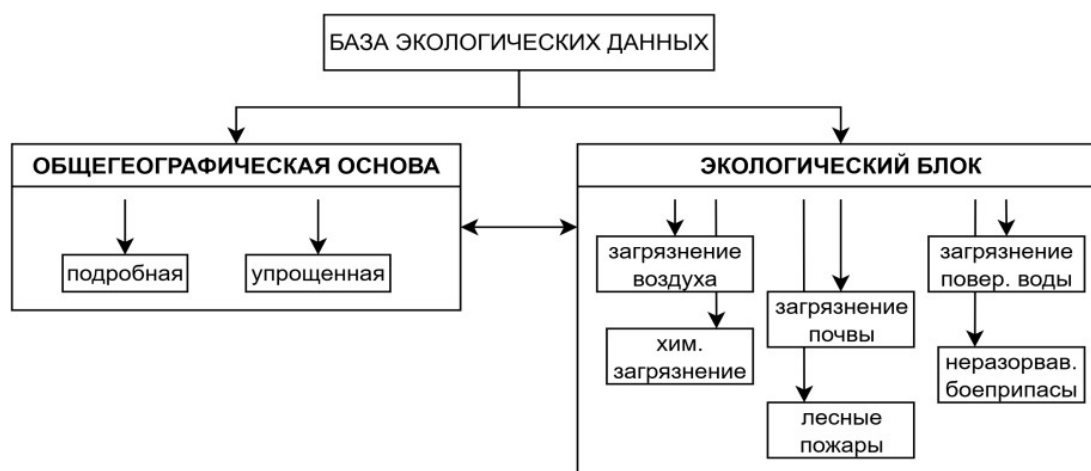


Рис. 3. Логическая структура единой геоинформационной базы данных

Подробная общегеографическая основа представляет собой карту, на которой будут отображаться все основные географические объекты, такие как система дорог, реки, населенные пункты, рельеф и растительность. Эти данные будут загружаться из общедоступных репозиториях QGIS с помощью плагина QuickOSM (рис. 4), который предоставляет доступ к данным OpenStreetMap. С помощью этого плагина будут загружены векторные данные, такие как дороги, водные объекты и другие географические объекты, которые составляют детализированную картографическую основу для экологического мониторинга, (рис. 4).

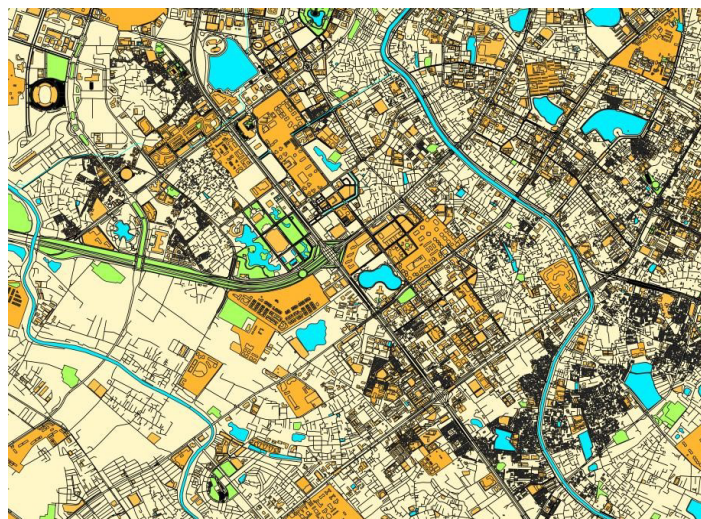


Рис. 4. Подробная общегеографическая основа на базе OpenStreetMap, выгруженная через QuickOSM в QGIS (фрагмент г. Ханоя).

Упрощенная общегеографическая основа создается на базе подробной общегеографической основы путем удаления мелких рек, коротких грантовых дорог, отдельных домов и зданий, мелких участков растительности и других эле-

ментов. Разработка принципов и критериев генерализации – это задача будущих исследований. Этот подход позволяет создать карту с более общими, упрощенными элементами, которые будут использоваться для проведения анализов на более высоком уровне, не требующих высокой детализации.

Информация о загрязнении атмосферного воздуха, почвы и поверхностных вод формируется на основе статистических и аналитических данных, характеризующих расположение источников выбросов, объемы загрязняющих веществ и параметры воздействия на окружающую среду. Основными источниками служат отчеты об оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС/EIA) предприятий, национальные и региональные доклады о состоянии окружающей среды, подготовленные Министерством сельского хозяйства и окружающей среды (MAE) и народными комитетами провинций, а также инвентаризационные отчеты (EI), выполняемые специализированными подразделениями Администрации по охране окружающей среды Вьетнама (VEA). Дополняют эту информацию данные систем непрерывного контроля выбросов (CEMS), городских станций автоматического мониторинга качества воздуха, дистанционного зондирования (Sentinel-5P, TROPOMI, Landsat, MODIS) и открытых картографических источников, что позволяет уточнять пространственную структуру промышленных зон, транспортных сетей и водных объектов.

Обсуждение

Для территорий, подвергшихся воздействию диоксинов и других стойких органических загрязнителей, используются данные международных проектов по дезактивации и оценке остаточного загрязнения, реализуемых при поддержке UNDP, USAID и VEA. Данные о лесных пожарах формируются по данным Вьетнамской администрации лесного хозяйства (VNFOREST). Эти сведения включают площади возгораний, интенсивность излучения, динамику очагов и причины возникновения пожаров, что используется для оценки выбросов парниковых газов и аэрозолей в атмосферу. Информация о зонах загрязнения невзорвавшимися боеприпасами (UXO) собирается на основе данных национальных программ гуманитарного разминирования и международных проектов, реализуемых при поддержке UNDP, UNICEF, Norwegian People's Aid (NPA) и других организаций. Основные показатели включают координаты выявленных и очищенных участков, типы и количество обнаруженных взрывоопасных предметов, а также площади территорий, сохраняющих потенциальную опасность.

Население может играть важную роль в выявлении источников и эпизодов загрязнения окружающей среды. В городской среде граждане способны оперативно фиксировать случаи внезапных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу – появление густого черного дыма или резкого запаха от промышленных предприятий, котельных и ремесленных поселков, а также длительное дымление автотранспорта в несанкционированных местах стоянки. Кроме того, население может обращать внимание на открытое сжигание соломы и мусора, распространенное в пригородных районах, и на повышенную запыленность, возникающую около строительных площадок и складов инертных материалов. В отношении

поверхностных вод особенно ценными являются наблюдения за изменением цвета воды, появлением пены, нефтяных пленок, неприятного запаха или массовой гибели рыбы, что может свидетельствовать о несанкционированных сбросах сточных вод в реки и озера. Сообщения о подозрительных коллекторах, функционирующих преимущественно в ночное время, также помогают выявлять скрытые источники загрязнения.

Что касается почвенного и химического загрязнения, жители способны фиксировать факты несанкционированного захоронения или вывоза отходов-шлаков, илов, растворителей, аккумуляторов, а также случаи утечки химических веществ из складов и резервуаров в пределах жилых районов. На заброшенных промышленных площадках обращают внимание изменения окраски почвы, появление луж с необычным запахом после дождей.

В районах, исторически связанных с диоксиновым загрязнением, участие местного населения особенно важно для своевременного выявления новых рисков: земляных работ и перемещения грунтов на участках, прошедших дезактивацию, появления старых емкостей с протечками, стока дождевых вод с подозрительных территорий в соседние водоемы или повторного использования загрязненных материалов за пределами контролируемых зон.

Такие наблюдения, фиксируемые гражданами, позволяют оперативно выявлять эпизодические и неучтенные источники загрязнения, уточнять пространственную структуру экологических рисков и тем самым повышать эффективность мониторинга и управления качеством окружающей среды.

Заключение

В статье прояснены две противопоставленные модели организации государственной системы экологического мониторинга (ГЭМ): централизованная модель Вьетнама с четкой вертикалью управления и цифровой инфраструктурой EnviSoft, эксплуатируемой СЕМ и распределенная многоотраслевая модель России, «собираемая» на платформенном слое ФГИС «Экомониторинг», построенном по микросервисной архитектуре на базе «ГосТех».

Опираясь на российский опыт, статья предлагает два приоритетных направления: развитие открытых API для EnviSoft с целью формирования экосистемы прикладных и исследовательских решений вокруг государственных данных; создание подсистемы приема данных от граждан.

В технической части намечается структура единой геоинформационной базы: использовать OpenStreetMap (через плагин QuickOSM в QGIS) как детальную картографическую основу и ее генерализованную версию для анализа верхнего уровня; одновременно интегрировать ключевые слои данных: ОВОС/ЕИА и государственные доклады о состоянии окружающей среды, системы непрерывного контроля выбросов (CEMS), автоматические посты контроля качества воздуха, данные дистанционного зондирования (Sentinel-5P/TROPOMI, Sentinel-2, Landsat, MODIS), а также тематические слои риска (диоксиновое загрязнение, сведения о лесных пожарах VNFOREST, UXO) и крауд-наблюдения граждан. Этот интеграционный блок служит основой для сервисов аналитики и прогнозирования и для управления экологическими рисками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Официальный сайт VEA [Электронный ресурс]. – URL: <https://vea.mae.gov.vn/> (дата обращения: 04.11.2025).
2. Официальный сайт МАЕ (англ. версия) [Электронный ресурс]. – URL: <https://en.mae.gov.vn/> (дата обращения: 04.11.2025).
3. СЕМ – Северный центр мониторинга окружающей среды [Электронный ресурс]. – URL: <https://sem.gov.vn/> (дата обращения: 04.11.2025).
4. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. Статья 63.1. Единая система государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды). – [Электронный ресурс]. – Доступ из СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 04.11.2025).
5. Федотова Л.А., Манаева Е.С., Сутункова М.П. О формировании и развитии системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) // Медицина труда и промышленная экология. – 2023. – Т. 63, № 12. – С. 766–773. – DOI: 10.31089/1026-9428-2023-63-12-766-773.
6. В России появится единый источник данных о состоянии окружающей среды [Электронный ресурс]. – URL: <https://cdo2day.ru/analytics/v-rossii-pojavitsja-edinyj-istochnik-dannyh-ob-nbsp-sostojanii-okruzhajushhej-sredy/> (дата обращения: 04.11.2025).
7. Экомониторинг – от общего к частному [Электронный ресурс]. – URL: <https://greenium.ru/14337/> (дата обращения: 04.11.2025).
8. Samulowska M., Chmielewski S., Raczko E., Lupa M., Myszkowska D., Zagajewski B. Crowdsourcing without Data Bias: Building a Quality Assurance System for Air Pollution Symptom Mapping // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2021. – Vol. 10, № 2. – Статья 46. – DOI: 10.3390/ijgi10020046.
9. Maillard O., Michme G., Azurduy H., Vides-Almonacid R. Citizen Science for Environmental Monitoring in the Eastern Region of Bolivia // Sustainability. – 2024. – Vol. 16, № 6. – Статья 2333. – DOI: 10.3390/su16062333.
10. Cureau R.J., Bou-Zeid E., Pigliautile I., Pisello A.L. Crowdsourced data as a strategic approach to include the human dimension in outdoor environmental quality assessments // Science of the Total Environment. – 2024. – Vol. 953. – Статья 175925. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.175925.
12. Virghileanu M., Săvulescu I., Mihai B.-A., Nistor C., Dobre R. Nitrogen Dioxide (NO₂) Pollution Monitoring with Sentinel-5P Satellite Imagery over Europe during the Coronavirus Pandemic Outbreak // Remote Sensing. – 2020. – Vol. 12, № 21. – Статья 3575. – DOI: 10.3390/rs12213575.
13. Кабтул Х., Николаева О.Н. Использование ГИС-технологий для инвентаризации ООПТ Сирии // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 68–74.
14. Norwegian People's Aid (NPA). Vietnam – Annual Report 2024 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.npaid.org/files/NPA-Vietnam-Annual-Report-2024-English.pdf> (дата обращения: 04.11.2025).
15. Integral Consulting Inc. Performance Evaluation of USAID/Vietnam's Environment Remediation of Da Nang Airport (2020) [Электронный ресурс]. – URL: https://www.integralc.com/wp-content/uploads/2020/10/Performance-Evaluation-of-USAID_Vietnam_s-Environment-Remediation-of-Da-Nang-Airport.pdf (дата обращения: 04.11.2025).
16. UNDP Viet Nam. Evaluation of Dioxin Project: Impact to Environment and People (2015) [Электронный ресурс]. – URL: https://vietnam.un.org/sites/default/files/201908/Evaluation%20of%20Dioxin%20Project%20Impact%20to%20Environment%20and%20People_20150-305_FINAL.pdf (дата обращения: 04.11.2025).

© Д. К. Нгуен, О. Н. Николаева, 2026