

Динь Конг Дай^{1✉}, С. А. Крылов¹

Изучение и анализ исходных данных для создания цифровых картографических основ мультимасштабной карты Социалистической Республики Вьетнам

¹Московский государственный университет геодезии и картографии,
г. Москва, Российская Федерация
e-mail: dinhdai1199@gmail.com

Аннотация. Оценивается изображение населенных пунктов, гидрографической и дорожной сети на картографических материалах, предлагаемых для создания цифровых картографических основ мультимасштабной карты Социалистической Республики Вьетнам. Рассмотрены цифровые картографические мультимасштабные проекты OpenStreetMap и VietGIS, а также изданные мелкомасштабные карты. Проведено сравнение метрического описания данных OpenStreetMap и VietGIS, определены их достоинства и недостатки, выявлены различия, особенно в отношении полноты и непрерывности линейных объектов. Для количественной оценки исходных материалов определены суммарная длина рек и дорог, количество населенных пунктов, суммарная площадь изображения речной и дорожной сети, коэффициенты густоты и графической нагрузки объектов. Сделаны выводы о возможности и перспективах использования рассмотренных картографических материалов в мультимасштабном картографировании Социалистической Республики Вьетнам.

Ключевые слова: мультимасштабная карта, цифровая картографическая основа, густота объектов, графическая нагрузка объектов, Социалистическая Республика Вьетнам

Dinh Cong Dai^{1✉}, S. A. Krylov¹

Exploration and analysis of initial data for the creation of digital cartographic bases of a multi-scale map of the Socialist Republic of Vietnam

¹Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russian Federation
e-mail: dinhdai1199@gmail.com

Abstract. An assessment is made of the representation of settlements, hydrographic, and road networks on cartographic materials proposed for creating digital cartographic bases of a multi-scale map of the Socialist Republic of Vietnam. The digital multi-scale cartographic projects OpenStreetMap and VietGIS, as well as published small-scale maps, are considered. A comparison is conducted of the metric descriptions of data from OpenStreetMap and VietGIS, identifying their advantages and disadvantages, and highlighting differences, especially regarding the completeness and continuity of linear features. To quantitatively assess the source materials, the total length of rivers and roads, the number of settlements, the total area of river and road network representations, as well as density and graphical load coefficients of the features, are determined. Conclusions are drawn regarding the feasibility and prospects of using the considered cartographic materials in multi-scale mapping of the Socialist Republic of Vietnam.

Keywords: multiscale map, digital cartographic base, object density, graphical load of objects, Socialist Republic of Vietnam

Введение

Современные задачи геоинформационного картографирования требуют высокой точности и информативности исходных картографических данных. Одним из ключевых этапов подготовки данных является их предварительный анализ, позволяющий оценить степень детализации элементов содержания на карте. Настоящее исследование направлено на изучение качества и количественную оценку изображения гидрографической сети, населенных пунктов и дорожной сети на картографических материалах на территорию Социалистической Республики Вьетнам, которые могут быть использованы при формировании картографической базы данных, применяемой для создания географических основ мультимасштабной карты. В первую очередь, необходимо определить густоту картографических объектов, определяемой количеством (длиной) объектов на определенную площадь карты (мм^2 , см^2 , дм^2). Также, для каждого исследуемого элемента содержания следует оценить графическую нагрузку, под которой понимается площадь изображения условных обозначений объектов. Примеры вычисления указанных количественных показателей рассмотрены в работах [1–5]. Кроме того, для используемых в качестве исходных картографических материалов векторных данных помимо количественных показателей важно учитывать метрическое и семантическое описание объектов.

Методы и материалы

Исследование опирается на разработки в области камерального геоинформационного картографирования и автоматизированного создания мелкомасштабных карт, проводимые на кафедре картографии МИИГАиК [6, 7].

Для изучения и анализа изображения объектов географической основы используются как картографические продукты в цифровом виде, так и аналоговые карты. Среди цифровых картографических материалов выбраны открытые данные OpenStreetMap [8] и коммерческие данные VietGIS [9]. Особенность этих проектов состоит в том, что они представляют собой мультимасштабную карту, то есть единую электронную карту переменной детализации [10, 11]. Следует отметить, что в рассмотренных проектах отбор объектов на разных масштабных уровнях происходит без учета согласования с другими элементами содержания. Поэтому для анализа содержания мелкомасштабных карт были выбраны изданные карты, получившие хорошую оценку специалистов: справочная карта «Вьетнам» масштаба 1:2 000 000 [12] и карта «Мьянма, Таиланд, Вьетнам, Лаос, Камбоджа» масштаба 1:9 000 000 в географическом атласе Мира [13]. Причем последняя карта помещена также в Атлас Офицера [14].

В работе использовались методы статистического анализа и геоинформационного картографирования, а также современное программное обеспечение (геоинформационные системы ArcGIS, QGIS и Mapinfo Pro). Для перевода аналоговых карт в цифровую форму применялись методы геопривязки растровых изоб-

ражений и инструменты векторизации объектов карты. Расчет густоты и графической нагрузки объектов карты выполнялся с помощью картометрических функций в геоинформационных системах.

Результаты и обсуждение

На начальном этапе исследования проведено сравнение метрического описания данных OpenStreetMap и VietGIS, определены их достоинства и недостатки, выявлены различия, особенно в отношении полноты и непрерывности линейных объектов. Так, данные OpenStreetMap, несмотря на то что они были загружены в 2025 г., оказались менее полными по сравнению с данными VietGIS 2018 г. Это особенно заметно при анализе гидрографической и дорожной сети: некоторые речные объекты в OSM представлены как разрозненные отрезки, неполные данные о железных дорогах, что нарушает их топологическую целостность и может затруднить пространственный анализ. Кроме того, довольно часто в OpenStreetMap происходит разделение единого объекта на множество участков. Другими словами, несколько отрезков, описывающих один и тот же объект, сохраняются как отдельные элементы. Такая избыточность может привести к увеличению количества записей при экспорте данных и требует дополнительной обработки (например, агрегирования или обобщения) для корректного анализа и визуализации. Также проводилось сравнение классификации элементов содержания в проектах OpenStreetMap и VietGIS, анализировалось семантическое описание указанных элементов. Результаты авторского анализа семантической информации об объектах в OpenStreetMap представлены в работе [15].

Далее, для анализа густоты и графической нагрузки элементов географической основы на каждом картографическом материале с помощью пространственных запросов были определены суммарная длина рек и дорог, количество населенных пунктов, суммарная площадь изображения рек и дорог. Результаты вычисления густоты населенных пунктов ($G_{\text{нп}}$) и коэффициентов густоты рек и дорог (K_G) на территорию Социалистической Республики Вьетнама в изучаемых источниках данных представлены в таблице 1.

Для определения различий в густоте картографических объектов мультимасштабных карт OpenStreetMap и VietGIS были также проведены расчеты для восьми провинций Вьетнама на масштабные уровни, сформированные по принципу двукратного уменьшения (1:100 000, 1:200 000, 1:400 000, 1:800 000 и т.п.). Наибольшие коэффициенты густоты объектов наблюдаются в Дельте Красной реки и Дельте Меконга, что объясняется высокой плотностью населения, разветвленной транспортной сетью и развитой аграрной структурой. В противоположность этим регионам, Северо-Западный регион и плато Тэйнгуен демонстрируют минимальные значения коэффициентов густоты объектов. Это связано с горным рельефом, труднодоступностью и сравнительно низкой плотностью населения.

Таблица 1

Расчет коэффициентов густоты картографических объектов на территорию
Социалистической Республики Вьетнам

Источники	Речная сеть		Населенные пункты		Дорожная сеть	
	ΣL , км	K_G , мм/мм ²	$\Sigma НП$	$\frac{G_{НП}}{\Sigma НП/дм^2}$	ΣL , км	K_G , мм/мм ²
Карта «Мьянма, Таиланд, Вьетнам, Лаос, Камбоджа», 1:9 000 000 [13]	10359,95	0,281	84	205	9462,14	0,257
Карта «Вьетнам», 1:2 000 000 [12]	22666,88	0,137	900	109	15499,43	0,093
OpenStreetMap, 1:100 000 [8]	66605,50	0,020	12358	4	122603,08	0,040
Цифровая картографическая основа VietGIS, 1:100 000 [9]	102249,90	0,031	9565	3	82802,6	0,025

Вычисление площади изображения рек и дорог происходит как произведение длины объектов (ΣL) и толщины условных знаков (T). Для рек средняя толщина T на всех источниках принята равной 0,2 мм. Толщина дорог на каждом картографическом материале разная в зависимости от категории дороги. Коэффициент графической нагрузки рассчитывается как отношение площади изображения линейных объектов к площади территории. Результаты вычисления коэффициентов графической нагрузки (K_n) рек и дорог на разных источниках представлены в таблице 2. В дальнейших исследованиях будет проведен расчет графической нагрузки населенных пунктов.

Таблица 2

Расчет коэффициентов графической нагрузки речной и дорожной сети на
территорию Социалистической Республики Вьетнам

Источники	Гидрография		Пути сообщения	
	K_N (мм ² / мм ²)	K_N (%)	K_N (мм ² / мм ²)	K_N (%)
Карта «Мьянма, Таиланд, Вьетнам, Лаос, Камбоджа», 1:9 000 000 [13]	0,056	5,6	0,038	3,8
Карта «Вьетнам», 1:2 000 000 [12]	0,033	3,3	0,018	1,8
OpenStreetMap, 1:100 000 [8]	0,025	2,5	0,025	2,5
Цифровая картографическая основа VietGIS, 1:100 000 [9]	0,022	2,2	0,015	1,5

На основе изучения источников можно сделать следующие выводы об их использовании при создании цифровых картографических основ мультимасштабной карты Вьетнама:

- в качестве базовых масштабов картографической базы данных Вьетнама следует взять масштабы 1:100 000, 1:2 000 000 и 1:9 000 000, соответствующие масштабам рассмотренных источников;

- для формирования базы данных масштаба 1:100 000 информацией о границах и населенных пунктах предлагается использовать данные OpenStreetMap, так как они являются более подробными и детальными по сравнению с цифровой картографической основой VietGIS 2018 г.;

- для формирования картографической базы данных масштаба 1:100 000 информацией о гидрографической и дорожной сети целесообразно использовать VietGIS 2018 года, так как данные в отличие от OpenStreetMap характеризуются большей структурной согласованностью: гидрографические и дорожные сети представлены в непрерывном виде, а объекты классифицированы более последовательно;

- существующие классификации населенных пунктов, рек и дорог в OpenStreetMap и VietGIS недостаточно точно идентифицируют объекты с разных позиций, поэтому необходимо разработать свою систему классификации и кодирования объектов на территорию Вьетнама;

- вычисленные коэффициенты густоты объектов на изданных мелкомасштабных картах целесообразно использовать для расчета порогов отбора рек, дорог и населенных пунктов на масштабных уровнях мельче 1:2 000 000 мультимасштабной карты.

Заключение

Проведенные исследования показали возможность использования рассмотренных картографических материалов, представленных в цифровом и аналоговом виде, в картографировании Вьетнама. Сформированная на основе указанных источников картографическая база данных будет использоваться при создании географических основ в общегеографическом и тематическом картографировании, в том числе и в мультимасштабном. В дальнейшем работа будет продолжена по разработке методики автоматизированного отбора объектов при создании производных цифровых картографических основ мультимасштабной карты Социалистической Республики Вьетнам.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках государственного задания FSFE-2023-0005 Минобрнауки России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Буковский М. Е., Чернова М. А., Мачкасова В. В. Расчет параметра "густота речной сети" в бассейнах рек Битюг и Савала // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2016. – № 4(62). – С. 34–37.

2. Волкова Н. В., Свистельник Н.В. Дорожная сеть Алтайского края: оценка состояния, влияние на социально-экономическое развитие // Мир экономики и управления. – 2018. – Т. 18, № 2. – С. 101–120.
3. Дмитриева В. А., Нестеров Ю. А., Зайцев В. В. Гидрография Воронежской области и ее характерные черты // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2008. – № 2. – С. 106–111.
4. Метус В. Р., Лымарева О. А. Оценка развитости дорожной инфраструктуры Краснодарского края // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2021. – № 12-2(82). – С. 106–109.
5. Чаусов Н. Ю., С. В. Верхоламочкин Развитие дорожной сети в регионе как показатель качества жизни его населения // Russian Economic Bulletin. – 2020. – Т. 3, № 4. – С. 168–173.
6. Иванов А. Г. Разработка методов и технологий автоматизации процессов комплексного проектирования и использования мелкомасштабных карт: дис. ... д-р техн. наук: 25.00.33. М. 2003, 339 с.
7. Крылов С.А., Загребин Г.И., Котова О.И., Карюкина Е.И., Мосолов Д.А., Правский Е.В., Фещенко А.П. Автоматизация процессов проектирования мультимасштабных карт: концептуальные основы и решения // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофото-съемка. – 2023. – Т. 67. – № 6. – С. 6–20.
8. OpenStreetMap [Электронный ресурс]: - URL: <https://www.openstreetmap.org> (Дата обращения: 10.05.2025)
9. VietGIS [Электронный ресурс]: - URL: <https://vietgis.com.vn/> (Дата обращения: 10.05.2025)
10. Самсонов Т.Е. Мультимасштабное картографирование – новое направление картографии / Под ред. И.К. Лурье и В.И. Кравцовой // Современная географическая картография. – М.: Дата+, – 2012. – С. 21–35
11. Самсонов Т. Мультимасштабное картографирование рельефа. Общегеографические и гипсометрические карты. – Saarbrucken : LAP LAMBERT, 2011. – 216 с.
12. Вьетнам. Общегеографическая карта. 1 : 2 000 000. – М.: ФГУП Производственное картосоставительское объединение «Картография», 2002
13. Географический Атлас Мира. – М.: Красная Звезда, 2024. – 484 с.
14. Атлас Офицера России. – М.: Красная Звезда, 2021. – 304 с.
15. Динь Конг Дай, Крылов С. А. Подходы к формированию картографической базы данных на территорию Социалистической Республики Вьетнам // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2024. – Т. 1. – С. 202–207.

© Динь Конг Дай, С. А. Крылов, 2025